ENCYCLOPÉDIE

MÉTHODIQUE.

ENCYCLOPÉDIE *MÉTHODIQUE.*

CHYMIE, PHARMACIE ET MÉTALLURGIE.

La Chymie, par M. DE MORVEAU.
La Pharmacie, par M. MARET.
La Métallurgie, par M. DUHAMEL.

In physicis nil desperandum duce chemiâ, omnia bona speranda in medicis.
BOERHAAVE.

TOME PREMIER.

A PARIS,
Chez PANCKOUCKE, Libraire, hôtel de Thou, rue des Poitevins;
A LIÈGE,
Chez PLOMTEUX, Imprimeur des États.

M. DCC. LXXXVI.
AVEC APPROBATION ET PRIVILÈGE DU ROI.

AVERTISSEMENT

DE L'AUTEUR DE LA CHYMIE.

JE m'étois proposé de placer à la tête du premier volume un Discours préliminaire, mais j'ai pensé qu'il valoit mieux le remettre à un autre temps, & donner en entier l'article *Acide*.

Ce Discours préliminaire aura naturellement deux objets principaux : l'un, l'*histoire de la science*, l'autre, *la clef méthodique* pour rallier en forme de traités les articles séparés par l'ordre alphabétique. Le premier peut être considéré comme formant un ouvrage à part, qu'on sera bien aise de trouver dans cette collection, mais qui n'est pas tellement lié à la partie dogmatique, qu'on ne puisse jouir de celle-ci séparément. Le dernier objet ne peut être bien rempli que lorsque le dictionnaire sera entiérement fini, ou du moins très-avancé : quelques soins qu'un auteur ait apportés à disposer ses matières, il n'est guère possible que dans l'exécution de son plan il ne découvre de nouveaux objets à placer, ou des rapports qu'il n'avoit pas prévus, & qui peuvent en perfectionner le systême. Telles sont sans doute les raisons qui ont déterminé quelques-uns des coopérateurs de l'Encyclopédie, de différer aussi la publication de ce tableau méthodique, afin de le rendre plus exact & plus utile ; je suivrai d'autant plus volontiers leur exemple, que la science que je traite, déja l'une des plus riches en faits, en acquiert tous les jours de nouveaux qui apportent quelques changemens aux principes qui servoient à les enchaîner, & qui reculent prodigieusement les limites de l'espace qu'on lui avoit autrefois circonscrit.

Je me bornerai donc à présenter ici de courtes réflexions sur la manière dont j'ai envisagé le travail dont je me suis chargé.

J'ai pensé d'abord que mon but devoit être de réunir dans un seul corps d'ouvrage toutes les connoissances de la Chymie ancienne & moderne, toutes les observations éparses dans les différens recueils, dans les écrits des savans des différens pays, de les assembler de manière à former à volonté un traité suivi, ou un répertoire commode ; en un mot, de *dire tout*, & ce qui est sans doute le plus difficile, *tout à sa place*, tout avec cette mesure de détails qui ne rebute pas le lecteur déja instruit, & qui suffit en même-temps au plus grand nombre de ceux qui cherchent une première instruction.

Telle est l'idée que je me suis formée de la perfection dont cette partie de mon travail étoit susceptible ; je laisse à juger jusqu'à quel point je m'en suis approché, mais on me rendra du moins la justice, que je n'ai rien négligé pour mettre cet ouvrage au courant de tout ce qui est connu,

non-feulement en France, mais par-tout où la Chymie eft cultivée avec quelque fuccès ; ce qui, dans le moment préfent, n'étoit pas une légère entreprife.

Après avoir long-temps emprunté le fecours de plufieurs de mes confrères, & de quelques amateurs, qui ont bien voulu fouiller pour moi dans les langues étrangères, je fuis parvenu à me les rendre affez familières pour y lire moi-même ce qui étoit écrit fur la Chymie. Il n'y a guère d'articles qui ne fe trouvent enrichis de quelques obfervations puifées dans ces ouvrages, fur-tout dans ceux des Allemands, qui, depuis plufieurs années, femblent avoir pris à tâche de recueillir & de répandre, avec les travaux de leurs compatriotes, ceux des favans de tous les pays dans les fciences phyfiques. On feroit tenté de croire qu'ils afpirent à rendre leur langue l'organe de la correfpondance générale, & il n'eft pas difficile de prédire qu'ils obtiendront à leur tour cet avantage, qu'il nous eût été fi facile de conferver. La fcience de la nature eft univerfelle comme la nature, elle n'a point de type national, elle ne reçoit point de limites de la convention, elle eft la même dans tous les climats ; ceux qui la cultivent font autant de coopérateurs réunis par la même ambition, difperfés pour l'intérêt commun, mais qui ont befoin de s'entendre pour affurer leurs progrès ; & puifqu'ils ne peuvent paffer leur vie à étudier toutes les langues, leur choix fera bientôt fait, dès qu'il y en aura une en poffeffion de communiquer à tous tout ce qu'ils font obligés de connoître.

Indépendamment de cette communication publique, il en eft une privée, dont l'amour de la vérité forme le premier lien, & qui rapproche plus efficacement les hommes occupés de ces grands objets dans toutes les parties du monde : à peine ont-ils vu luire quelque rayon de lumière, au lieu de ce fentiment qui leur perfuaderoit d'en dérober, au moins quelque temps, la clarté à leurs rivaux de gloire, ils n'éprouvent que l'impatience de la répandre, pour hâter le développement des fruits qu'elle doit produire. On reconnoîtra aifément tout ce que je dois à cet efprit vraiment philofophique de quelques-uns des plus célèbres Chymiftes de Suède, d'Angleterre, d'Allemagne, d'Italie & d'Efpagne ; en m'admettant à cette confidence intime & prefque journalière de leurs travaux & de leurs projets, ils m'ont appris à confidérer les réfultats de mes propres opérations, fous des rapports moins circonfcrits par l'habitude, & fouvent ils m'ont mis à portée de devancer la publication de leurs découvertes. Voilà les moyens que je me fuis procurés pour parvenir à raffembler tous les faits qui devoient entrer dans le plan d'un corps complet de Chymie.

Pour ce qui eft des opinions, j'ai compris que dans un ouvrage de cette nature elles ne devoient venir, pour ainfi dire, qu'en fecond ordre, afin de lui donner une bafe indépendante de la fortune de telle ou telle hypothèfe : c'eft ce qui m'eft devenu facile à l'âge où j'ai pris la fcience, entiérement défabufée des préjugés de fon enfance, reconciliée avec la phy-

ſique, remettant elle-même en queſtion ſes traditions les plus reſpectées, ne marchant plus qu'à la ſuite de l'obſervation, ne reconnoiſſant pour vrai que ce que l'expérience a confirmé, & préférant le doute raiſonnable qui marque le but à de nouveaux efforts, à cette confiance prématurée qui ne ſert qu'à prolonger l'illuſion & multiplier les écarts.

Je me ſuis donc attaché à faire connoître les différens ſyſtêmes qui partagent encore les premiers Chymiſtes ſur quelques points importans de la théorie. Mais je n'ai pas cru devoir renoncer à la faculté de diſcuter les preuves, de propoſer mes vues pour arriver à la pleine ſolution de ces grands problêmes, &, quand je ne pouvois faire mieux, d'indiquer du moins de quel côté je voyois plus de probabilités. Il n'y a que ceux qui n'ont jamais écrit que les penſées des autres qui ignorent que ce n'eſt pas en amaſſant des matériaux, mais en les aſſemblant, que l'eſprit juge plus ſûrement leur valeur & leur convenance; alors la penſée attachée à creuſer profondément autour de ſon ſujet, ſaiſit des rapports qui lui avoient échappé, des nuances qui ne pouvoient devenir ſenſibles que par le rapprochement, & parvient enfin à découvrir le fort & le foible du plan auquel elle cherche à les aſſortir. Ainſi, plus d'une fois, au milieu d'un article où je croyois n'avoir qu'à ſuivre la route frayée, qu'à rapporter des obſervations connues, la plume m'eſt tombée des mains, étonné de leur incohérence, ou de leur peu d'accord avec les principes établis; & je n'ai pu me réſoudre à la reprendre qu'après avoir moi-même interrogé la nature dans les vues que me fourniſſoient les nouvelles découvertes. On ſera moins ſurpris, après cela, que ce premier volume ait tardé ſi long-temps à paroître, & on me ſaura gré ſans doute de l'avoir employé à ces recherches, ſi j'ai réuſſi à mettre un peu plus d'enſemble dans le ſyſtême de nos connoiſſances en Chymie.

Je ne me diſſimule pas qu'il y a une foule de gens qui ne ceſſent de crier, des faits! des faits! le moment n'eſt pas venu de s'occuper des théories: ce langage n'eſt conforme ni à la raiſon, ni à l'opinion de ces hommes dont notre ſiècle s'honore (1). Un inſtant de réflexion ſuffit pour faire comprendre

(1) Les *Buffon*, les *Franklin*, les *Macquer*, les *Bergman*, les *Prieſtley*, les *Lavoiſier*, &c. &c. voilà ſans doute des noms faits pour raſſurer ceux qui pourroient ſe laiſſer ſurprendre par cette ridicule oſtentation de ſageſſe. « On renouvellera ſans doute (dit le premier) l'objection triviale ſi ſouvent » répétée contre les hypothèſes, en s'écriant qu'en bonne phyſique il ne faut ni comparaiſons, ni » ſyſtêmes. Cependant il eſt aiſé de ſentir que nous ne connoiſſons rien que par comparaiſon, & que » nous ne pouvons juger des choſes & de leurs rapports, qu'après avoir fait une ordonnance de ces » mêmes rapports, c'eſt-à-dire, un ſyſtême. (*Hiſt. des minéraux, art. du fer.*) Le raiſonnement eſt en » quelque ſorte l'organe de la vue du phyſicien.... L'expérience qui n'eſt pas dirigée par la théorie eſt » toujours un tâtonnement aveugle. (*Macquer, diſcours ſur la Chymie.*) » Bergman poſe en principe, dans ſon beau diſcours ſur la recherche de la vérité, qu'il eſt indiſpenſable de rechercher l'étiologie des phénomènes, car on ne ſait véritablement que ce qu'on ſait par les cauſes. On connoit ce mot de M. Franklin, répété par le docteur Prieſtley, que la facilité de faire & de rejetter les ſyſtêmes, ſuivant les phénomènes, eſt la diſpoſition la plus favorable à l'avancement de la ſcience. Enfin, M. Lavoiſier fait très-bien ſentir que ſi l'eſprit de ſyſtême eſt dangereux, il n'eſt pas moins à craindre qu'on n'obſ-

que les faits isolés glissent sur la mémoire, & ne disent rien à l'esprit; qu'ils n'acquièrent quelque valeur que par la comparaison que nous en faisons avec ceux qui sont analogues ou différens, que parce qu'ils nous aident à généraliser les phénomènes du même ordre, à remonter vers les causes, en un mot, que parce qu'ils soutiennent ou renversent les idées que notre intelligence s'est formée des causes possibles. Le systême est pour le physicien ce qu'est le niveau dans la main de l'architecte; s'il lui donne une confiance trop aveugle, il manque la ligne & s'égare d'autant plus, qu'il en porte plus loin la direction; mais si dans l'espace qu'il parcourt, il multiplie à chaque pas les points de vérification, s'il se sert habilement de ses premières erreurs pour corriger son instrument, il parvient à le rendre fidèle, & l'harmonie de ses opérations en démontre la régularité. Dans l'étude de la nature, comme dans la pratique de l'art, il n'est pas donné à l'homme d'arriver au but sans laisser des traces des fausses routes qu'il a tenues.

J'avois annoncé le projet de refondre les matériaux que je trouverois dans l'ancienne Encyclopédie, & de suppléer seulement ce qui y manquoit; mais je n'avois alors sondé que bien superficiellement cette mine; je me suis bientôt apperçu qu'il n'en résulteroit qu'une sujétion pénible, & tout-à-fait contraire à l'objet d'utilité que je devois me proposer: le peu que j'y ai pris jusqu'à présent, quoiqu'avec l'intention de n'y rien laisser, prouvera suffisamment que l'exécution de ce premier plan eût été impossible. Il ne falloit pas moins que cette conviction pour me décider à entreprendre un ouvrage absolument neuf. J'espère qu'on ne me soupçonnera pas pour cela de vouloir diminuer le mérite de ceux qui ont donné la Chymie dans la première Encyclopédie; la gloire qui reste attachée à leurs noms leur est acquise bien légitimement, puisque de leur temps ils marchoient les premiers dans la carrière, & que la rapidité des progrès dont ils n'ont pu être témoins est en grande partie le fruit de leurs travaux; mais ils n'ont fourni que des articles séparés, aucun d'eux ne s'étoit chargé d'y mettre l'ensemble & la liaison, & puis la science a tant acquis depuis, elle s'est enrichie de découvertes si capitales, que si ces auteurs vivoient aujourd'hui, ils voudroient eux-mêmes retraiter différemment presque tout ce qu'ils ont écrit. C'est ainsi que l'illustre Macquer, qui avoit déja refait ses élémens dans son dictionnaire, annonçoit dans sa seconde édition, donnée seulement douze ans après, que *comme tous les objets de la Chymie avoient entre eux beaucoup de liaison & de correspondance, il n'y avoit, à proprement*

---

curcisse la science en entassant sans ordre un grand nombre d'expériences; il regarde « les systêmes en » physique comme des méthodes d'approximation, comme des hypothèses qui successivement modi- » fiées, corrigées, changées, à mesure qu'elles sont démenties par l'expérience, doivent nous con- » duire immanquablement un jour, à force d'éliminations, à la connoissance des vraies loix de la nature. (*Mém. de l'acad. roy. des sc. ann. 1777, page 592.*)

parler, aucun article qui n'eût été retouché & augmenté relativement aux nouvelles découvertes : c'est ainsi qu'il m'écrivoit familiérement au mois de janvier 1776, c'est-à-dire, à une époque bien postérieure à la publication de l'Encyclopédie : *vous connoissez ce que c'est que la Chymie actuelle, qui, tout enfant qu'elle étoit il n'y a que deux jours, se trouve tout d'un coup dans une crise de croissance incroyable, & se transforme en un colosse.* La postérité, qui ne juge que sur les titres qui lui parviennent, lui rendra sans doute la justice que les sectateurs de quelques écoles particulières semblent lui refuser, celle d'avoir fait sortir la science de l'école pour la produire sous des dehors moins rebutans aux yeux de tous ceux qui méritoient de la connoître; d'en avoir donné les premiers rudimens raisonnables dans des ouvrages écrits avec une élégante simplicité, pensés profondément & remplis des vues d'une saine philosophie; en un mot, de s'être placé au rang de ces hommes qui, animés de la noble ambition de porter la lumière au-delà de ce qui les environnoit, ont heureusement tenté de professer, dans leurs livres, pour plusieurs peuples & pour plusieurs générations.

Je m'étois flatté du moins que je pourrois prendre, dans l'ancienne Encyclopédie, la partie historique qui, d'autant plus sûre qu'elle a été rédigée dans un temps plus voisin des faits, ne doit plus être sujette à changer; la vérité est que je n'y ai rien trouvé. Il n'est pas ici question de cette histoire de la science, qui ne considère en quelque sorte que la marche de l'esprit humain, qui ne prend garde qu'aux masses, comme monumens des périodes de progrès & de jouissances; j'ai déja annoncé que ce seroit la matière d'un Discours préliminaire: je parle ici de ces notions historiques qui, dans chaque article, doivent fixer la date des inventions & les droits des inventeurs. S'il est vrai de dire que les auteurs Allemands sont quelquefois un peu trop prodigues de cette érudition, on seroit peut-être aussi bien fondé à reprocher aux François de l'avoir totalement négligée. J'ai cherché à me tenir à cet égard dans de justes bornes, & j'ai eu soin d'isoler ces notices dès qu'il y avoit lieu à la moindre discussion, pour qu'on pût ou les passer, ou les retrouver plus facilement. Il m'a paru que ce seroit un défaut essentiel dans un ouvrage de cette nature, qu'en exposant, par exemple, les propriétés de l'acide vitriolique, on laisşât encore ignorer l'époque où l'on a commencé d'être en possession de ce grand instrument.

Il ne me reste plus qu'à parler de la nomenclature que j'ai adoptée; on trouvera à l'article *Dénomination* les principes d'après lesquels je l'ai formée : mais tout en convenant de la nécessité d'une réforme, & peut-être de la vérité des règles que j'y ai appliquées, quelques-uns pourroient penser que j'ai en effet prétendu introduire, de mon autorité, une langue nouvelle, & ils ne manqueroient pas de la juger ensuite peu favorable-

ment d'après cette prévention ; pour la diſſiper, il me ſuffira de rappeller en peu de mots ce qui s'eſt paſſé avant que j'aie penſé à la mettre en uſage dans cette collection.

Dès que j'eus pris l'engagement de traiter la Chymie dans toutes ſes parties, j'eus l'émulation d'augmenter l'utilité de mon travail en perfectionnant ſa langue; mais je ſentis en même-temps qu'il n'y avoit que la convention qui pût fixer la valeur des termes. Je raſſemblai donc les principes qui me paroiſſoient devoir guider dans cette réforme, déja appellée par les vœux des plus célèbres Chymiſtes, exprimés dans leurs ouvrages ; ce fut l'objet d'un mémoire qui parut dans le journal phyſique du mois de mai 1782 ; j'y joignis un tableau de nomenclature méthodique qui pouvoit faire juger, d'un coup-d'œil, le ſyſtême de dénomination de plus de cinq cents ſubſtances, & je ſollicitai, non les ſuffrages, mais les *objections & les critiques de tous ceux qui aimoient la ſcience & qui s'intéreſſoient à ſes progrès,* pour recueillir leurs voix & profiter de leurs lumières. J'adreſſai en particulier un de ces tableaux à M. Macquer, qui avoit bien voulu m'avouer pour ſon correſpondant à l'académie royale des ſciences, qui pluſieurs fois avoit déja donné l'exemple de faire céder l'uſage à la raiſon & à l'utilité, qui avoit enfin tant de droits d'opiner ſur cette matière : voici ce qu'il m'en écrivit le 24 juillet 1782. « Votre nouvelle nomen-
» clature chymique eſt excellente, & en mon particulier je ſuis tout prêt
» à l'adopter ; mais je ne puis vous répondre de tout le monde, car vous
» ſavez combien les hommes, même éclairés, ſont des animaux d'habi-
» tude. Ce ne ſera qu'avec le temps qu'on ſe familiariſera avec des noms
» dont la plupart paroîtront d'abord fort étranges & fort ſauvages ».

Peu de temps après, l'illuſtre comte de Buffon, dont les conſeils m'avoient enhardi à tenter cette grande entrepriſe, me donna un témoignage public & bien flatteur de ſon approbation, en inſérant en entier ce tableau de nomenclature dans le Tome II de ſon hiſtoire des minéraux (*article des ſels.*)

Le ſavant profeſſeur d'Upſal n'a pas ſeulement approuvé mon projet, il m'a recommandé de l'exécuter avec courage : *Ne faites grace à aucune dénomination impropre, ceux qui ſavent déja entendront toujours, ceux qui ne ſavent pas encore entendront plutôt*, ce ſont ſes termes pleins de vérité & d'énergie. Il m'a autoriſé à introduire cette langue dans la traduction de ſes œuvres ; il a fait plus encore : dans une diſſertation ſur le ſyſtême naturel des foſſiles, il a développé les mêmes principes de nomenclature, il a adopté mes dénominations, il a invité enfin tous ceux qui avoient ſincérement à cœur les progrès de la Chymie, de favoriſer l'exécution de mon projet (1).

(1) *Quivis cordatus chemicus propoſito D. Morveau in novâ Encyclopediâ tentando felices optare debet ſucceſſus .... nomina abſurda omnino tollenda puto.... falſa ſimiliter eradicanda ; talia ſunt* SAL GLAUBERI, SAL GLASERI, ARCANUM DUPLICATUM, *&c.* OLEUM VITRIOLI, OLEUM TARTARI, SAL TARTARI, BUTYRUM ANTIMONII, *&c. &c. Nova acta R. acad. Upſal. Tom. IV.*

Dans le nombre des savans étrangers qui ont applaudi à cette réforme, je puis citer les Fontana, les Kirwan, les Landriani, &c. En Allemagne, M. Léonhardi s'est hautement déclaré contre l'impropriété des anciennes dénominations, & pour leur substituer, à l'exemple de Bergman, des noms qui indiquent les parties constituantes des sels (1). Le célèbre Crell annonce les mêmes principes dans tous ses écrits (2).

Indépendamment des Œuvres de Bergman, on a déja publié en françois plusieurs ouvrages, dans lesquels on a suivi cette nomenclature; tels sont le *Manuel du minéralogiste* de M. l'abbé Mongez, la collection des *Mémoires de Chymie de M. Schéele*, les cahiers *sémestres de l'Académie de Dijon*, & les traductions d'un grand nombre de mémoires importans de MM. *Wilcke*, *Fontana*, *Kirwan*, *Landriani*, *Crell*, *Rinman*, *Wiegleb*, *Morozzo*, *Klaproth*, &c. &c. Non-seulement cette innovation n'a point paru déplaire aux Chymistes, mais même on a pu remarquer que quelques-uns croyoient déja pouvoir laisser dans l'oubli le nom ancien que j'ai toujours l'attention de rappeller, afin de prévenir jusques à la réclamation de ceux qui, ayant logé, par exemple, dans leur mémoire le nom de *sel de Glauber*, sans y attacher aucune idée de ses parties constituantes, seroient embarrassés de les reconnoître dans l'expression de *vitriol de soude*.

Enfin M. de Fourcroy, ce digne successeur de M. Macquer au jardin du Roi, m'a annoncé qu'il adoptoit cette nomenclature dans la nouvelle édition qu'il préparoit de ses *leçons élémentaires d'Histoire Naturelle & de Chymie*, pour servir de résumé à ses cours.

Ainsi, ce n'est plus mon vœu particulier, c'est le vœu général qui appelle cette utile réforme dans la langue de Chymie; elle s'établit, comme je l'ai espéré, par le concert des premiers écrivains de toutes les nations; je n'ai pas à craindre maintenant que l'on me reproche d'avoir trop osé, je n'ai plus qu'à souhaiter que cet ouvrage contribue encore à l'affermir, en remplissant d'ailleurs les vues du public éclairé, en l'invitant, par le mérite des choses, à se familiariser avec quelques termes nouveaux. Le lecteur, qui voit déja que cette nomenclature décide par elle-même le rapprochement d'une infinité d'articles dispersés précédemment sous des dénominations disparates, conviendra du moins que ce nouvel ordre est infiniment plus commode & plus favorable à l'instruction, & que c'étoit peut-être la seule manière de faire entrer la Chymie dans le plan de l'Encyclopédie méthodique.

---

(1) Notes sur le dictionnaire de Macquer, Tome II, page 209.

(2) Voyez ci-après, page 330.

N. B. *On s'est apperçu trop tard que la longueur de l'article* ACIDE *pouvoit faire desirer un titre courant plus approprié; la table suivante y suppléera.*

ACIDE, *Page* 27
Acide (*pharm.*), 32
Acide acéteux, *ibid.*
Acide acéteux (*pharm.*), 38
Acide animal, 39
Acide arsénical, *ibid.*
Acide benzonique, 42
Acide benzonique (*pharm.*), 45
Acide boracin, 47
Acide citronien, 53
Acide citronien (*pharm.*), 55
Acide fluorique, *ibid.*
Acide formicin, 60
Acide galactique, 63
Acide galactique (*pharm.*), 66
Acide gallique, *ibid.*
Acide karabique, 68
Acide karabique (*pharm.*), 72
Acide lignique, 73
Acide marin, *voyez acide muriatique.*
Acide méphitique, 74
Acide méphitique (*pharm.*), 112
Acide métallique, 115
Acide minéral, 116
Acide molybdique, 117
Acide muriatique, 121
Acide muriatique déphlogistiqué, 133
Acide muriatique (*pharm.*), 140
Acide nitreux, 141
Acide nitreux fumant, 185
Acide nitreux glacial, *ibid.*
Acide nitreux phlogistiqué, *Page* 189
Acide nitreux rutilant, 192
Acide nitreux (*pharm.*), *ibid.*
Acide ourétique, *ibid.*
Acide oxalin, 196
Acide oxalin (*pharm.*), 201
Acide phosphorique, 202
Acide phosphorique phlogistiqué, 224
Acide prussique, 225
Acide régalin, 245
Acide saccharin, 263
Acide saclactique, 283
Acide sébacé, 293
Acide sidéritique, 303
Acide sirupeux, 306
Acide tartareux, 308
Acide tartareux (*pharm.*), 328
Acide tungstique, 330
Acide végétal, 339
malusien, 348
Acide vitriolique, 353
Acide vitriolique fumant, 387
Acide vitriolique mixte, 395
Acide vitriolique phlogistiqué, 397
Acide vitriolique (*pharm.*), 401
Acide volatil, 403
CONCLUSION, &c. 404
Acides { *lithiasique*, 407
Acides { *bombicin*, 410
Acides { *gastrique*, 411

A A

AA ou Ā, abréviations d'*ana* employées en chymie & en pharmacie, qui signifient parties égales, de deux ou de plusieurs substances que l'on fait entrer dans une composition ou dans un mélange. *Voyez* ANA.

A A A, abréviation employée par les Chymistes pour exprimer un amalgame ou l'opération d'amalgamer. *Voyez* AMALGAMATION, AMALGAME.

AABAM. s. m. Quelques Alchymistes se sont servis de ce mot pour signifier le plomb. *Voyez* PLOMB, SATURNE, ACCIL, ALABARIC.

ABAISIR. s. m. Quelques Alchymistes se sont servis de ce mot pour signifier *spodium*. *Voyez* SPODIUM.

ABARNAHAS, s. m. terme qu'on trouve dans quelques Alchymistes, & sur-tout dans le *Theatrum Chymicum* de Servien Zadith. Il ne paroit pas qu'on soit encore bien assuré de l'idée qu'il y attachoit. Chambers dit qu'il entendoit par *abarnahas*, la même chose que par *plena luna*, & par *plena luna*, la même chose que par *magnesia*, & par *magnesia*, la pierre philosophale. Voilà bien des mots pour rien.

ABIT. s. m. Quelques-uns se servent de ce mot pour exprimer la céruse. *Voyez* ABOIT, BLANC DE PLOMB.

ABLUTION, s. f. l'action de laver quelque chose; comme ce mot n'exprime rien de plus que lotion, dont l'usage a prévalu, il doit être sacrifié à la nécessité de débarrasser la langue de la Chymie d'une infinité de termes inutiles. *Voyez* LOTION.

ABLUTION (*Alchymie.*) Les philosophes entendent par-là les eaux, les rayons & la lueur de leur feu, appellant *ablution* une absterfion, un lavement de la noirceur, tache, souillure, puanteur, &c. de la matière, par la continuation du second degré du feu d'Egypte. *Anonymi epist. ad norman. filium dilectum.* L'*ablution*, en terme de philosophie spagirique, ne signifie donc pas l'action de laver quelque chose avec de l'eau ou une autre liqueur, mais celle de purifier la matière qui est en putréfaction, au moyen d'un feu continué sans interruption, jusqu'à ce que la matière noire devienne blanche. *Dictionnaire mitho-hermétique de D. Pernety.* Cet auteur ajoute que les anciens ont caché cette *ablution* sous l'énigme de la Salamandre, qu'ils disent se nourrir dans le feu; & du lin incombustible qui s'y purifie & s'y blanchit sans s'y consumer.

ABOIT. s. m. Quelques-uns se servent de ce mot pour signifier la céruse. *Voyez* ABIT, CÉRUSE, BLANC DE PLOMB.

ABSINTHE. s. f. L'amertume de cette plante l'a fait distinguer par les Chymistes qui ont cherché à découvrir les principes prochains qui constituoient une propriété aussi marquée, ou du moins à obtenir séparément ces principes. Ils en ont retiré à la distillation un flegme qui avoit l'odeur & le goût de la plante, mêlé avec l'huile essentielle, un acide foible, du sel volatil urineux & différens produits d'une huile plus ou moins grossière. La même opération ayant été faite séparément sur les feuilles & sur les sommités chargées de fleurs & de graines, on a cru pouvoir conclure de la comparaison des résultats, que les feuilles avoient plus de parties subtiles & volatiles que les fleurs & les graines; qu'elles avoient beaucoup moins de sel acide & d'huile que les sommités. *Voyez* à l'article ANALYSE VÉGÉTALE ce que l'on doit penser de ces analyses par le feu.

On a cru long-temps que les sels fixes des végétaux devoient retenir une partie de leurs propriétés; en conséquence on a donné le nom de sel d'*absinthe* à l'alkali qu'on obtenoit de ses cendres. *Voyez* ALKALI & SELS FIXES.

Le sel d'*absinthe* en crystaux transparens figurés en croix, dont il est parlé dans les éphémérides des curieux de la nature, année 1672, n'étoit probablement qu'un alkali purifié *par des dissolutions & filtrations réitérées*, & qui, pendant la durée de ces différentes opérations, avoit été assez exposé à l'air pour reprendre l'acide méphitique, dont l'existence n'étoit pas même alors soupçonnée.

L'*absinthe* est une des plantes qui fournit le plus de principes aux dissolvans spiritueux. *Voyez* ALCOHOL.

ABSINTHE (*Pharmacie.*) L'usage le plus ordinaire de ce végétal est dans des compositions magistrales extemporanées, mais on doit en avoir d'officinales; elles seront indiquées aux articles ALCOHOLS, CONSERVES, ESSENCES, EXTRAITS, HUILES DISTILLÉES, HUILES PAR INFUSION, SYROPS & VINS.

ABSORBANT. L'usage que l'on a fait en médecine de la craie, des yeux d'écrevisses, de la magnésie, de la corne de cerf calcinée & autres terres solubles, pour *absorber* les acides des premières voies, leur a fait donner le nom d'*absorbans*; les Chymistes l'ont emprunté sans faire attention qu'il ne devoit indiquer des espèces aussi différentes que relativement à une seule propriété qui leur étoit commune, & delà la confusion que cette expression a portée dans une science qui a principalement pour objet de distinguer les substances qui diffèrent par une seule de leurs propriétés, qui ne reconnoit pour identiques que celles qui ont toutes leurs propriétés constamment semblables, & où il est si important de les désigner avec précision. Plusieurs Chymistes du premier ordre se sont déja plaints qu'ils n'entendoient point le récit des opérations dans

lesquelles on parloit de terre *absorbante* sans en déterminer l'espèce particulière; c'en est assez pour faire sentir la nécessité de proscrire cette dénomination vague.

Cependant un auteur moderne a porté plus loin cet abus des termes; il a fait de cette épithète, relative à une propriété médicamenteuse, le nom de la terre élémentaire, dont il fait dériver les autres terres, au moyen de quelques modifications propres à les constituer ce qu'elles sont; ainsi, suivant lui, la terre des os est une *terre absorbante;* la terre du gypse est une terre *absorbante;* la magnésie est une terre *absorbante* modifiée de manière à être la base du sel de sedlitz; la terre alumineuse est une terre *absorbante modifiée de manière à être la base de l'alun.* On trouvera à l'article TERRE des principes bien différens appuyés sur des faits d'analyse & de synthèse, & non sur des hypothèses de modifications; mais il entre dans le plan de notre ouvrage de donner au moins des notions historiques des erreurs qui ont égaré quelques esprits, & retardé par-là les progrès de la vérité.

ABSORBANS (*Pharmacie.*) On donne ce nom aux terres qui font effervescence avec les acides, & qu'on devroit nommer effervescentes. Un systême chymique erronné leur avoit donné un crédit qu'une théorie plus saine a restreint dans de justes bornes. Comme on croyoit que la plupart des maladies étoient causées par des fermens acides, on présumoit que les *absorbans*, capables de neutraliser ces acides, devoient produire, dans la masse humorale même, cette neutralisation, & rétablir les fonctions troublées par l'action de ces fermens. Et d'après cette opinion on les regardoit comme cordiaux, alexipharmaques, anti-spasmodiques, diaphorétiques, sudorifiques & diurétiques. Mais on sait aujourd'hui que les terres *absorbantes* pénètrent difficilement dans les veines lactées, & conséquemment dans les vaisseaux du premier & du second ordre; enfin, qu'elles se bornent à opérer dans les premières voies.

Les terres *absorbantes* dont on fait usage sont la magnésie, le calce ou terre calcaire, & toutes les substances dont elle est la principale partie, telles que la craie, les pierres à chaux, les perles, les écailles d'huitre, les coquilles de limaçons, celle d'œuf, les pates de crabes & d'écrevisses, les yeux de celles-ci, l'os de seche, le corail, les machoires de brochets, &c.

Pour les administrer avec avantage, il faut qu'elles soient réduites en poudre impalpable & l'on trouvera au mot PRÉPARATIONS des drogues simples, la manière de préparer celle-ci. Je me contenterai de faire observer ici, qu'il y a une grande différence entre les terres *absorbantes* préparées par la *porphyrisation* & par la *lotion*, (*Voyez* ces mots), & celles qu'on a préalablement soumises à la calcination; celles qui ont été précipitées de leurs dissolutions par un alkali pur ou par un alkali méphitisé; les unes sont des sels méphitiques, les autres ont perdu l'acide méphitique & ont reçu en échange l'acide igné ou causticum, suivant Meyer, & la matière de la chaleur ou principe calorifique, suivant M. Schéele. *Voyez* CALCE, MAGNÉSIE, CALORIFIQUE, & CHAUX-TERREUSES.

Les terres *absorbantes* méphitisées en s'unissant aux acides contenus dans les premières voies, abandonnent le méphitique, ou air fixe; les autres laissent échapper l'acide igné, & les effets qu'elles produisent, sont relatifs à la nature des principes que leur combinaison avec les acides rend libres.

Les terres *absorbantes* calcinées par le feu ou par leur précipitation à l'aide d'un alkali caustique, lorsque les premières voies sont remplies d'air, augmentent la qualité phlogistique de cet air & donnent lieu à des irritations qui causent des coliques plus ou moins douloureuses & opiniâtres. Celles qui n'ont pas été privées de leur acide méphitique occasionnent également des coliques par l'augmentation du volume d'air contenu dans l'estomach & dans les intestins, à moins que cet acide ne soit absorbé par les matières putrides & les sucs tendants à la putridité. Dès-lors on voit avec quelle circonspection l'on doit les employer & quelle attention l'on doit apporter dans leur choix relativement à l'état des malades.

Mais les unes & les autres deviendroient nuisibles si les premières voies ne contenoient pas des acides capables de les rendre solubles: elles pourroient se réunir & former des concrétions pierreuses; elles pourroient à raison de leur extrême division, s'introduire dans les vaisseaux lactés, les obstruer, en boucher les orifices & causer des obstructions, des flux de ventre dangereux. L'existence des acides dans les premières voies est donc une condition nécessaire pour autoriser à les prescrire; & comme ces terres seroient pernicieuses, si elles n'étoient pas entiérement dissoutes par les acides, il faut en proportionner les doses à la quantité de ces acides, quantité difficile a évaluer & qui doit engager à ne prescrire ces drogues qu'à doses rompues.

L'acide animal est souvent celui qu'on est dans le cas de chercher à neutraliser, mais plus souvent encore, c'est l'acide végétal dégagé des substances qui ont fermenté dans l'estomach. Pour approcher autant qu'il est possible de la proportion dans laquelle on doit donner les terres *absorbantes*, il seroit donc nécessaire de connoître qu'elle est la quantité des substances que ces acides peuvent neutraliser.

Langius & Homberg ont fait d'après cette idée des expériences dont ils ont consigné les résultats dans des tables. Mais n'ayant employé que des acides minéraux, l'un le muriatique, l'autre le même acide & le nitreux, leur travail ne présente pas des conséquences applicables dans le cas présent. M. Lewis qui fait cette remarque a desiré qu'on opérât avec des acides végétaux, tels

que ceux que la fermentation développe & notamment avec du lait aigri. J'ai saisi cette idée & j'ai dissous des terres *absorbantes* dans les acides acéteux & citronien & dans le galactique produit par la decomposition spontanée du lait. Les terres que j'ai employées, sont les yeux d'écrévisses d'abord dissous dans l'acide muriatique, puis précipités par la potasse méphitisée & édulcorés par de l'eau distillée, & la magnésie précipitée du vitriol magnésien ou sel d'epsom, par la potasse méphitisée & bien édulcorée. J'ai choisis la première pour exemple de la dissolution d'un calce, & la seconde comme étant celle que dans l'occasion on doit donner par préférence, vû la propriété purgative qu'elle acquiert par sa combinaison avec les acides; propriété supérieure à celle du calce neutralisé par un acide végétal, quoique cette substance procure aussi des selles lorsqu'elle est en l'état salin.

J'ai consigné le résultat de mes expériences dans la table suivante. Elle est formée de quatre colonnes verticales, coupées à angles droits par trois horisontales. L'inspection de cette table suffira pour en faire saisir l'idée. Les acides employés sont placés dans la première des colonnes verticales, je détermine dans la seconde le rapport de leur gravité spécifique à celle de l'eau distillée. La troisième & la quatrième indiquent les substances sur lesquelles j'ai opéré; & dans les cases, que forme l'intersection de ces deux colonnes verticales par les horisontales, on trouve la quantité des terres absorbées par une quantité donnée d'acide.

Acides.	*Leur gravité spécifique.*	*Yeux d'écrevisse.*	*Magnésie du sel d'epsom.*
Acéteux. 100 gr.	1018, 55	17,70 gr.	13,54 gr.
Citronien. 100 gr.	1090,90	2,22 gr.	5,55 gr.
Galactique. 100 gr.	2670,033		

On voit par le résultat de mes expériences, qu'en général les acides qu'on peut soupçonner dans les premières voies dissolvent très-peu de terre *absorbante*; qu'ainsi leur dose doit être très-modérée : & comme il est presque impossible d'estimer la quantité d'acide à neutraliser, il est prudent de donner à doses rompues, à huit ou dix grains, les substances calcaires en les réitérant suivant que l'observation de leurs effets le permettra. On peut porter plus haut celles de la magnésie, parce qu'elle est plus dissoluble. On a encore un autre motif pour la préférer presque en toutes occasions. La calcination qui la prive d'acide méphitique, ne la rend point âcre comme le calce pur, conséquemment on peut l'employer en cet état sans crainte, & elle est alors incapable de fournir ce gaz méphitique dont le développement à la suite de l'usage du calce méphitisé produit les accidens que j'ai exposés.

Mais une attention que la prudence exige, est de réunir toujours aux terres *absorbantes*, un purgatif qui puisse en aider l'action & prévenir leurs mauvais effets, si elles ne trouvoient pas suffisamment d'acide pour être portées à l'état salin.

ABSORPTION. s. f. On a observé dans plusieurs opérations, que le volume de quelques fluides diminuoit sensiblement en s'unissant à certaines substances, on a nommé cet effet *absorption* pour le distinguer de la diminution par condensation. Les nouvelles expériences chimico-pneumatiques en fournissent grand nombre d'exemples : l'air fixe ou acide méphitique est absorbé par l'eau, par l'huile, par les alkalis, par la chaux, la magnésie, la terre barotique; l'air pur est absorbé par les matières qui brûlent, par les métaux qui se calcinent, par les gas nitreux; le gas acide vitriolique absorbe le gas nitreux; l'eau, la glace, le charbon absorbent le gas acide vitriolique; le gas acide muriatique est absorbé par le gas nitreux, par l'eau, la glace, l'huile, l'éther, l'alun, le nitre, le borax; l'eau absorbe le gas acide fluorique; le gas acéteux est absorbé par l'huile; le gas alkalin est absorbé par l'eau, par la glace, par l'éther, par l'esprit-de-vin, l'huile essentielle, le charbon, l'alun & par tous les acides gaseux excepté le gas nitreux; enfin M. Fontana a observé qu'un charbon ardent absorboit entièrement pendant son extinction, l'air contenu dans le vaisseau où il étoit enfermé.

Ces *absorptions* s'opèrent par affinité tout de même que la pénétration dans certains alliages métalliques; on en a une preuve bien sensible en ce que l'*absorption* cesse dès que le corps que l'on considère ici comme absorbant est saturé.

Pour se rendre compte de ce qui se passe dans ces *absorptions*, il faut remarquer encore qu'il y en a de cinq espèces : dans les unes le corps absorbant s'empare du fluide aériforme tout entier, telle est l'*absorption* du gas méphitique pur par l'eau; dans les autres il ne prend qu'une des parties constituantes du gas en le décomposant par une affinité supérieure, de sorte qu'il y a précipitation, c'est-à-dire séparation d'une troisième substance; c'est ainsi que le gas acide fluorique abandonne la plus grande partie de sa terre, au moment qu'il est absorbé par l'eau; quelquefois c'est le gas qui décompose le corps absorbant comme quand le gas acide vitriolique prend à l'alun son eau de cristallisation, quand les alkalis perdent

leur principe caustique en se combinant avec le gas méphitique ; quelquefois la décomposition est double ou réciproque, comme quand le gas nitreux sépare l'air pur de l'air nuisible en perdant lui-même une portion de son phlogistique ; quelquefois enfin ces *absorptions* exigent la présence d'un intermède, ainsi la chaux ne prend le gas méphitique que par l'intermède de l'eau, ainsi l'air ne se fixe dans la plupart des terres métalliques, qu'autant qu'elles sont tenues en dissolution par le feu ou la matière de la chaleur.

Tous ces différens effets de l'*absorption* prouvent encore qu'elle n'est que le produit de différentes affinités de composition & de décomposition. *Voyez* AFFINITÉ & GAS.

ABSTERSION. s. f. Ce mot emprunté du latin *abstergere* a été employé par quelques Alchymistes pour exprimer une ablution sèche ou ablution par le feu ; ainsi il présente comme *lotion*, *décapement*, l'idée d'une opération qui a pour objet de nettoyer ; mais il indique un moyen tout différent, & c'en est assez pour en rendre l'usage précieux dans quelques occasions. *Voyez* ABLUTION.

ABSTRACTION, s. f. c'est, suivant M. Venel, une diacrise pure, une opération du genre des opérations résolvantes, qui s'exécute par le feu, dans laquelle le Chymiste a en vue d'obtenir séparément le liquide volatil qui étoit uni chymiquement à une autre substance ; ainsi on retire par *abstraction* l'esprit de vin qui tenoit en dissolution une résine. *Voyez* OPÉRATION.

Ce mot est encore employé en Chymie pour désigner la séparation de quelque principe, quoiqu'on n'ait réellement pour objet que de le séparer & non de le recueillir, comme quand on dit : l'*abstraction* du fluide aqueux par l'évaporation, force les molécules salines à se rapprocher, &c. &c.

ACACIA NOSTRAS, ou FAUX ACACIA, s. m. (*Pharm.*) Le suc qui porte ce nom est substitué sans inconvénient à celui qu'on nous apporte de l'Egypte. *Voyez* ACACIA DU LEVANT, *mat. médic.*

On le tire des fruits de l'arbrisseau nommé par Linné *mimosa nilotica* & vulgairement *prunier sauvage*, *prunellier*. Comme cet arbrisseau croît presque par-tout en France, on peut y préparer, ainsi que dans tous les autres pays où il est indigène, le *faux acacia* qu'on tire de l'Allemagne, en suivant la méthode employée pour le réduire en extrait.

On prend les fruits de cet arbuste au moment où ils approchent de leur maturité, on les fait digérer dans de l'eau froide pendant environ quarante-huit heures, on les écrase, on en sépare les noyaux, on en exprime le parenchyme pour en obtenir le suc, & on réduit ce suc en consistance d'extrait de la manière indiquée au mot EXTRAIT.

Cet extrait doit être acide & d'une couleur noirâtre, tirant sur celle de l'extrait de réglisse. On le distingue du véritable *acacia*, par son acidité & par sa couleur. Il a à-peu-près les mêmes propriétés, mais n'est pas aussi astringent & beaucoup plus rafraichissant.

On le donne en substance ou délayé dans de l'eau, depuis un scrupule jusqu'à un gros.

ACCESSION. s. f. Ce mot exprime l'action spontanée, fortuite, ou même quelquefois nécessaire, par laquelle quelques matières viennent se mêler ou s'unir à d'autres matières. Sthaal a cru que l'accession des particules de feu rendoit les corps plus légers ; avant que l'on connût la fixation de l'air, le P. Beraut avoit expliqué l'augmentation de poids des chaux métalliques par l'accession des corpuscules répandus dans l'air ; l'accession des matières phlogistiques noircit très-promptement l'acide vitriolique, &c.

ACERBE. adj. C'est une saveur qui occasionne une astriction à la langue & aux lèvres, comme lorsqu'on mâche des prunelles sauvages ou des coings verds. M. Bergman a remarqué que l'alun de Brunswick, qui tient un peu de sel métallique formé du Cobalt, est plus acerbe que l'alun de Rome. *Voyez* SAVEUR.

Quelques-uns donnent encore ce nom au principe actif de la noix de galle, que d'autres appellent astringent. *Voyez* ACIDE GALLIQUE.

ACCIL. Il y en a qui se sont servis de ce mot pour signifier le plomb. *Voyez* PLOMB, SATURNE, ALABARI, AABAM.

ACCRÉTION, s. m. ce terme exprime une augmentation qui se fait par juxta-position, à la différence de l'accroissement qui se fait par intussusception ; il sert dans la Chymie & la minéralogie pour indiquer, par exemple, la formation d'une masse crystalline par la réunion successive de plusieurs crystaux.

ACESCENT, adj. qui tourne à l'aigre ou à l'acide. *Voyez* au mot SAVEUR, le rang que cette qualité doit tenir dans l'ordre des sensations caractéristiques des propriétés.

ACÉTE, s. m. c'est le nom générique de tous les sels formés de l'acide acéteux ou du vinaigre, comme vitriol est le nom générique de tous les sels formés de l'acide vitriolique. *Voyez* à l'article DÉNOMINATION, les raisons qui nécessitent l'adoption de ce nouveau mot.

En général les *acétes* sont des sels neutres dont la base n'est que foiblement adhérente à l'acide, parce que l'action de ce dernier est modifiée par la présence du principe huileux spiritueux qui lui est intimement uni, desorte que ces sels s'approchent des composés à trois parties, dont la combinaison est toujours plus lâche & comme partagée. De-là vient que les *acétes* laissent aller leur acide si facilement par la seule action du feu, & qu'ils sont décomposés par la plupart des autres acides.

ACÉTE ALUMINEUX, c'est un sel composé de l'acide acéteux uni à l'alumine ou terre alumi-

neuſe. Pour faire réuſſir cette combinaiſon, on eſt obligé de tenir le vinaigre au feu de digeſtion ſur de la terre récemment précipitée de l'alun par l'alkali, & qu'on a enſuite édulcorée; on obtient par l'évaporation de petits cryſtaux en aiguilles, mais très-déliqueſcens. Le vinaigre n'attaque pas l'argille, il faut même qu'il ſoit très-fort pour bien diſſoudre le précipité d'alun, & M. Weſtendorf aſſure avoir obſervé que le vinaigre fumant ne diſſolvoit preſque rien de ce précipité.

Un célèbre Chymiſte Allemand, M. Wenzel, ayant entrepris de déterminer ce que le vinaigre prenoit des différentes baſes, commença par préparer un vinaigre très-fort, & même s'aſſura par pluſieurs expériences qu'il tenoit 69 parties d'acide pur, ſur 170 $\frac{1}{2}$ parties d'eau. C'eſt avec ce vinaigre, que j'appellerai déſormais vinaigre de M. Wenzel, que cet auteur a fait ſes eſſais pour en conclure la proportion de compoſition des *acètes*, & il a obſervé que 240 grains de ce vinaigre ne pouvoient diſſoudre que 15 grains de terre d'alun, même avec l'aide de la chaleur. Ainſi la proportion de l'acide pur à la terre alumineuſe, eſt :: 240 : 51 $\frac{3}{4}$ & ſi on fait déduction de l'eau que cette terre porte encore avec elle, la proportion devient :: 240 à 20 $\frac{1}{2}$.

Acète ammoniacal. ſ. m. Ce ſel compoſé de l'acide acéteux ſaturé d'ammoniac ou alkali volatil, a été d'abord nommé *eſprit de Mindererus* ou *de Minderet;* il a été mis au nombre des eſprits, ſans doute à cauſe de la propriété qu'on lui avoit trouvée de paſſer en partie à la diſtillation ſans ſe décompoſer; mais cette dénomination n'en étoit pas moins impropre: auſſi la plupart des Chymiſtes lui ont-ils déja ſubſtitué celle de *ſel acéteux ammoniacal.*

L'union des deux principes ſe fait avec efferveſcence, lorſqu'on emploie l'ammoniac concret ou non cauſtique, parce que l'acide méphitique eſt mis en liberté.

L'*acète ammoniacal* prend très-difficilement la forme concrète, parce qu'il s'élève preſqu'auſſi facilement que l'eau dans laquelle il eſt diſſous: cependant en en ſacrifiant une partie, on peut rapprocher aſſez la liqueur pour en obtenir par refroidiſſement un ſel cryſtalliſé en aiguilles; on ſent que la perte eſt moins conſidérable & l'opération plus prompte, lorſqu'on emploie tout de ſuite du vinaigre très-concentré.

C'eſt en effet d'après ce principe que M. de Laſſone a déterminé le procédé le plus avantageux pour obtenir le ſel concret, qu'il a publié dans les mémoires de l'académie de 1775.

Ce Chymiſte, après avoir éprouvé par lui-même toutes les difficultés de cette cryſtalliſation, ſoit à cauſe de la volatilité des principes, ſoit à cauſe de leur peu d'adhérence, ſoit à cauſe de la fuſibilité de ce compoſé qui s'oppoſe à ſon deſſéchement, eſſaya de le produire par le vinaigre radical, qu'il regarde comme ayant perdu même une partie de ſon eau-principe. La liqueur exactement ſaturée fut expoſée à une chaleur douce ſur le feu de ſable, & pour lors l'évaporation ſe fit ſans décompoſition, ſans que la liqueur reſtante redevînt acide, ce qu'il avoit obſervé dans les préparations ordinaires; lorſqu'il n'en reſta plus que moitié, il s'y forma un petit nuage blanc; la capſule fut retirée du bain de ſable & miſe à refroidir, & le lendemain M. de Laſſone trouva toute la liqueur transformée en une maſſe ſaline concrète, qui n'étoit qu'un amas de petits cryſtaux bien diſtincts, diſpoſés en aiguilles.

Cependant ces cryſtaux étoient encore imbibés & comme ſalis d'une eſpèce d'eau-mère: le ſavant Académicien qui paroît s'être impoſé la loi de terminer tout ce qu'il traite, s'appliqua à chercher un procédé qui n'eût pas le même inconvénient, il comprit qu'il devoit employer pour cela la ſublimation, &, après divers tâtonnemens ſur les doſes, il réuſſit en effet de la manière ſuivante.

Il mit dans une cornue de verre à large col $\frac{1}{2}$ once de ſel ammoniac ordinaire, $\frac{1}{2}$ once de craie pure, tous deux en poudre fine, bien deſſéchés au feu & triturés enſemble; il verſa deſſus $\frac{1}{2}$ once d'acide acéteux, concentré ou vinaigre radical rectifié, & après avoir lutté le récipient, il diſtilla au bain de ſable: il paſſa d'abord une liqueur phlegmatique preſqu'inodore; il s'éleva enſuite une vapeur blanche, qui ſe condenſant ſur les parois internes du col de la cornue, forma pluſieurs couches de beaux cryſtaux aiguillés, concrets, blancs & très-purs, & il reſta au fond de la cornue un léger enduit noirâtre. Si on ajoute une allonge de verre entre la cornue & le récipient, l'*acète ammoniacal* y paſſe pour la plus grande partie, il ſe condenſe d'autant mieux ſur les parois qu'elles ſont moins expoſées à l'impreſſion d'une chaleur vive; on peut d'ailleurs l'en retirer plus facilement.

M. de Laſſone a encore obſervé qu'on pouvoit compoſer ſur-le-champ l'*acète ammoniacal* en abouchant les goulots de deux flacons, dont l'un contiendroit de l'ammoniac fluor, & l'autre du vinaigre radical, tout de même que l'on fait le muriate ammoniacal par la rencontre des vapeurs de l'acide muriatique avec celles de l'ammoniac; mais ici la petiteſſe du produit ne laiſſe pas d'eſpérance de tirer parti de cette obſervation dans la pratique.

L'*acète ammoniacal* attire promptement l'humidité de l'air; il a une ſaveur très-chaude & très-piquante, dans laquelle on peut diſtinguer le goût particulier de l'acide du vinaigre & celui de l'alkali volatil.

120 parties d'alkali volatil concret ont pris pour leur ſaturation 229 $\frac{1}{2}$ du vinaigre de M. Wenzel; & comme ces 120 parties tiennent, ſuivant l'eſtimation du même auteur, 39 $\frac{1}{16}$ ſeulement d'ammoniac privé d'eau & de gas, la proportion de compoſition de l'acide acéteux pur avec cette baſe eſt :: 240 à 244.

Acète ammoniacal, (*Pharm.*) Ce remède eſt connu ſous le nom d'*eſprit de Mindererus*. Il ſe prépare en verſant juſqu'à ſaturation ſur l'alkali vo-

latil méphitisé, de l'acide acéteux distillé. Comme ce sel est ordinairement fluor, & que ses propriétés médicinales sont relatives à la quantité de matière saline que contient sa dissolution, il est important, pour en déterminer la dose, qu'il soit préparé avec un acide dont la force soit constante & connue par la comparaison de sa gravité spécifique à celle de l'eau distillée.

Pour saturer 100 grains d'alkali volatil méphitisé ou concret, il faut 94 grains d'acide radical; mais demi-once d'acide radical uni à demi-once d'eau distillée donne un mélange dont la gravité spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 1028, 3 : 1000. Un acide acéteux distillé qui seroit dans ce rapport avec l'eau distillée, exigeroit donc moitié moins d'alkali volatil pour sa saturation. Ce n'est donc qu'après s'être assuré de la concentration de l'acide par le moyen indiqué qu'on pourra doser l'*acète ammoniacal*; & en supposant dans l'acide acéteux la concentration désignée par 1028, 3 la dose d'*acète ammoniacal* à donner dans une potion de quatre onces, sera de deux gros à demi-once.

L'*acète ammoniacal* est reconnu pour un antiseptique diurétique puissant, un sudorifique nullement incendiaire, & convient dans toutes les maladies putrides.

On peut en conserver de tout préparé dans les boutiques; mais il y auroit plus d'avantage à le préparer extemporanément, avec la précaution de fermer la bouteille où on le composeroit, à l'instant où l'on auroit mis l'acide; il en résulteroit un composé plus antiseptique & plus apéritif, à raison de la combinaison de l'acide méphitique avec le menstrue dans lequel on auroit eu intention de donner l'*acète ammoniacal*. (*Voyez* Acète de potasse & Acide méphitique.)

Acète antimonial est le sel formé de l'union de l'acide acéteux avec le demi-métal que nous nommons *antimoine* : cette union ne se fait pas directement, c'est-à-dire que l'acide, même concentré & à la chaleur de l'ébullition, n'attaque pas l'antimoine en état métallique, ou s'il y a dissolution, comme M. Weigel paroit le croire, elle est presque insensible.

Le vinaigre prend un peu plus d'antimoine, lorsqu'on le fait digérer sur la chaux grise ou le verre d'antimoine pulvérisé : cependant la liqueur filtrée & évaporée n'a donné à M. Monnet qu'un enduit salin, au lieu de crystaux.

Le même Chimiste assure qu'il a traité sans succès avec cet acide la chaux blanche & les fleurs d'antimoine : j'avoue que cela m'a paru difficile à croire, parce que la terre métallique se trouve ici dans un état au moins égal de division, & qu'à supposer qu'elle fût trop dépouillée de phlogistique pour être attaquée, le vinaigre lui-même devoit lui en restituer une suffisante quantité, comme il arrive dans les dissolutions de chaux noire de Manganèse. J'ai en conséquence répété l'expérience avec soin; j'ai fait bouillir du vinaigre distillé sur de belles fleurs argentines d'antimoine, & j'ai observé que la liqueur filtrée étoit troublée par la dissolution de potasse, qu'elle prenoit une couleur verte très-foncée par l'addition du prussite de potasse. D'où il résulte qu'il y a eu dissolution comme avec les autres chaux *antimoniales*.

Au reste, toutes ces dissolutions sont très-foibles & avec grand excès d'acide; on demandera sans doute d'où vient que l'acide surabondant refuse de se combiner avec une nouvelle portion de la terre métallique? J'essaierai d'en rendre raison à l'article Acète Barotique, qui présente le même phénomène, quoique susceptible d'une neutralisation parfaite.

La dissolution acéteuse d'antimoine faite par le précipité a donné à M. Wenzel de petits crystaux; mais ayant fait évaporer jusqu'à siccité, il est resté au fond de la capsule un enduit jaunâtre.

240 grains du vinaigre de M. Wenzel n'ont pu dissoudre que $\frac{1}{2}$ grain de précipité d'antimoine bien desséché; ce qui donne la proportion de composition avec cette base : : 240 : 1 $\frac{1}{2}$.

Acète antimonial. (*Pharm.*) Ce n'est point par la digestion du régule d'antimoine dans l'acide acéteux qu'on peut se le procurer. Mais Angelus Sala, & depuis lui Hoffman, Schulsius, &c. & plus récemment encore Huxam & M. Monnet ont reconnu que cet acide dissout le verre de ce demi-métal. J'ai répété les expériences qui pouvoient m'en convaincre, & j'ai trouvé que du vinaigre distillé, dont la densité étoit à celle de l'eau distillée comme 1017, 22 : 1000, dissolvoit par once 5, 33 gr. de verre d'antimoine, mais sans être saturé malgré une forte ébullition; & comme ce verre est un émétique à la dose de deux grains à six, il paroit qu'on pourroit donner l'*acète* d'antimoine liquide à celle de deux gros à une once & demie.

Cet *acète* évaporé & réduit à siccité donne un sel brillant, roussâtre, un peu sucré, & laissant à la longue, sur la langue une impression d'acreté. Il se dissout très-bien dans l'eau, à laquelle il donne une couleur de feuille morte. On pourroit employer cet *acète* d'antimoine à quatre grains, étendu dans trois à quatre onces d'eau. Angelus Sala faisoit usage d'un *acète* d'antimoine composé sous le nom d'*oxysaccharte vomitif*. (*Voyez* ce mot.)

Acète arsenical. Ce nom appartient naturellement à la combinaison de l'acide du vinaigre avec l'arsenic; mais le principe constituant de ce demi-métal étant lui-même un acide très-caractérisé, qui, en perdant la forme métallique, retient une portion de phlogistique, & produit avec elle une espèce de soufre soluble dans l'eau, au lieu d'une chaux rapproché de l'état de terre, comme les autres métaux; il n'est pas aisé de déterminer ce qui se passe lorsqu'on traite ensemble le vinaigre & l'arsenic, d'autant plus que l'on a fort peu travaillé sur cette matière; on n'a pas même encore essayé convenablement l'action directe du vinaigre sur l'arsenic en régule. M. Cadet & les auteurs des Elémens

de Chimie de l'Académie de Dijon sont jusqu'à présent les seuls qui aient publié des expériences sur les produits de l'acide acéteux avec l'arsenic blanc ou soufre *arsenical*.

M. Cadet ayant poussé à la distillation dans une cornue, de l'arsenic blanc avec l'*acète* de potasse ou terre foliée, obtint une liqueur rouge très-fumante, d'une odeur atroce, dans laquelle il se déposa une partie jaunâtre, plus épaisse, que M. Cadet soupçonna de nature métallique.

Les académiciens de Dijon ont répété cette expérience d'après le mémoire de M. Cadet, imprimé au tome III. des Savans étrangers : ils ont observé que le premier produit de la distillation, limpide comme de l'eau, avoit déja une foible odeur d'ail, rougissoit cependant le syrop de violette, au lieu de le verdir comme l'arsenic blanc; qu'il attaquoit avec effervescence l'alkali fixe & devenoit laiteux; d'où il résulte qu'il contenoit déja de l'*acète arsenical*, car si le vinaigre eût tenu simplement l'arsenic blanc en dissolution, à la manière de l'eau, l'alkali auroit bien pu faire effervescence, mais n'auroit rien précipité.

Le second produit de la distillation étoit d'un rouge brun; il remplissoit le ballon d'un nuage épais, & exhaloit une odeur insupportable, dans laquelle on ne distinguoit plus celle de l'ail.

Sur la fin, il se sublima au col de la cornue une poudre noire, un peu d'arsenic qui paroissoit en état de régule, & une matière qui brûloit comme le soufre, lorsqu'on la présentoit à la flamme d'une bougie.

L'examen de la liqueur rouge, nommée par M. Cadet, *liqueur fumante d'arsenic*, a présenté aux académiciens de Dijon des phénomènes encore plus extraordinaires : cette liqueur, après avoir été renfermée pendant trois semaines dans un flacon, se trouva encore aussi fumante, d'une odeur aussi atroce, qui pourtant n'occasionna à ceux qui la respirèrent d'autre incommodité qu'un crachotement involontaire pendant quelques jours; elle n'altéra point le syrop de violette; elle ne fit avec l'alkali qu'une très-foible effervescence; il parut un peu de précipité jaune qui fut repris par la liqueur.

Elle précipita en blanc la dissolution de muriate mercuriel corrosif; ce que ni le vinaigre ni l'arsenic ne peuvent faire séparément.

Cette liqueur mise sur un papier à filtrer pour séparer la partie épaisse, que M. Cadet avoit soupçonnée métallique; à peine passa-t-il quelques gouttes, il s'éleva une fumée infecte, il y eut vers les bords un mouvement d'ébullition, il en partit alors une belle flamme couleur de rose qui dura quelques instans. Il n'y eut qu'un des côtés du filtre de brûlé, le reste fut simplement noirci, & on y trouva après l'extinction une matière de consistance huileuse, de couleur rougeâtre, qui se fondit sur les charbons, y donna une flamme blanche, se boursouffla considérablement, & y laissa une tache noire, que l'on ne put faire disparoitre qu'en excitant le feu par un fort soufflet.

C'est en conséquence de cette inflammation spontanée que les auteurs cités ont nommé ce produit *phosphore liquide*.

Il n'est pas aisé de rendre raison de ces phénomènes; mais on ne peut guères douter qu'ils ne dérivent immédiatement des propriétés de l'*acète arsenical*, c'est-à-dire de la combinaison du vinaigre avec l'arsenic, l'alkali fixe de l'*acète* de potasse n'ayant servi qu'à mettre cet acide dans un plus haut degré de concentration; il est très-probable que ce n'est pas l'acide *arsenical* pur qui entre dans cette union, car le mélange des deux acides eût altéré les couleurs végétales, & n'eût pas été troublé; nous ne pouvons expliquer l'action de l'air sur cette liqueur, qui l'a rend fumante, qui décide à la fin son inflammation, que par la grande affinité de l'air pur avec le phlogistique. Je serois même fort porté à croire qu'une portion du vinaigre brûlée par la violence du feu dans l'opération, a contribué par sa partie huileuse à augmenter ce phlogistique qui a été fixé par l'arsenic; cette dernière conjecture est encore appuyée sur ce que l'alkali resté dans la cornue a donné des crystaux, & s'est comporté comme la potasse méphitisée; cet acide méphitique (comme l'ont remarqué les académiciens de Dijon) n'a pu venir que de la décomposition d'une portion de vinaigre. Lorsque M. Weigel a objecté qu'il pouvoit être fourni par l'arsenic, il n'a pas fait attention qu'il a été ici porté en état de soufre, qui n'admet point de gas dans sa composition. Ce chimiste observe avec plus de raison que l'alkali dans l'*acète* de potasse peut tenir encore de l'acide méphitique, mais ce n'est pas au point de passer presque en entier à l'état de crystallisation par une simple évaporation.

Lorsqu'on fait simplement bouillir un mélange de vinaigre distillé & d'acide *arsenical* pur, il ne s'élève que des vapeurs acéteuses; elles deviennent seulement très-empyreumatiques.

Le vinaigre attaque directement le régule d'arsenic à l'aide de la chaleur, puisqu'après cette digestion, l'alkali y occasionne un peu de précipité. M. de la Planche assure avoir obtenu un sel crystallisable en traitant l'arsenic avec le vinaigre distillé, & un sel soyeux très-soluble, lorsqu'il a employé le vinaigre très-concentré, tel que celui qu'on retire de l'*acète* de cuivre. Cependant M. Wenzel assure que l'arsenic en état de régule n'a aucune affinité avec le vinaigre, & M. Bergman, dans sa dissertation sur l'arsenic, regarde de même le phlogistique comme un obstacle à cette union, tellement que le vinaigre n'étant pas assez puissant pour l'en dépouiller, au moins en partie, il ne peut y avoir de dissolution. L'arsenic blanc se trouvant au contraire dans cette condition, est plus facilement attaqué par le vinaigre; il en résulte, suivant M. Bergman, des grains crystallins peu solubles dans l'eau.

Acéte barotique, sel neutre formé de l'acide acéteux saturé de la terre *barotique* ou terre du spat pesant. Il y a effervescence pendant l'union de ces deux principes, lorsque la terre *barotique* n'a pas été précédemment privée de son gas ou acide méphitique.

Si on pousse au feu l'évaporation de la liqueur, elle se réduit en une espèce de gomme ou de matière sirupeuse, transparente comme de l'eau; mais si on retire alors le vaisseau de dessus le feu, on trouve le lendemain un sel blanc, opaque, formant de petits tas séparés, & comme nageant dans un peu de liqueur qui s'est insensiblement séparée de la matière gommeuse, car l'*acéte barotique* n'est pas déliquescent; on apperçoit sur les parois de la capsule quelques portions de ce sel crystallisé en très-petites aiguilles soyeuses, disposées régulièrement autour d'un centre commun, d'où il est aisé de voir que ce sel ne paroît refuser la crystallisation, que parce qu'il est difficile de trouver le degré d'évaporation qui lui convient. Est-elle trop rapide? les parties liquides & solides restent interposées par l'effet subit de ce rapprochement. Est-elle trop lente? les élémens crystallins ne se forment que successivement & ne peuvent se grouper. L'excès d'acide qui accompagne toutes ces dissolutions peut bien aussi concourir à ces effets, parce qu'étant moins volatil que l'eau, il exige, ou plus de chaleur, ou plus de temps pour se volatiliser. Il sera aisé d'apprécier cette dernière conjecture en recrystallisant l'*acéte barotique*, débarrassé de cet excès d'acide par une première crystallisation.

Cet excès d'acide qui se manifeste par une forte altération du papier bleu, mérite encore attention; il est certain que la dissolution ne peut être saturée, même avec le secours de l'ébullition; quelle peut être la cause de ce phénomène? On ne l'a point encore cherchée; mais il me paroît probable qu'elle est dans la foiblesse même de l'acide & son adhérence avec l'eau, comme si ses forces, occupées à tenir en dissolution le sel déja formé, devenoient impuissantes pour attaquer le surplus de la terre qui lui est offert. Ce n'est plus de l'acide acéteux pur, c'est de l'acide acéteux tenant en dissolution un sel. Ajoutons que lorsque la terre est unie au gas méphitique, l'acide a un autre obstacle à vaincre: c'est pour cela que l'acide phosphorique que l'on sature si facilement avec l'eau de chaux, ne forme jamais avec la terre calcaire qu'une dissolution avec excès d'acide. Il y a lieu de penser qu'on satureroit de même plus aisément l'acide acéteux en lui présentant la terre *barotique* calcinée. On ne peut disconvenir qu'il se trouve une différence notable entre les deux sels que nous rapprochons sous ce point de théorie, l'un étant très-soluble dans l'eau, & l'autre absolument insoluble; mais cette différence ne change que le degré de l'effet, la cause reste la même; c'est toujours l'affoiblissement de l'acide par son union actuelle avec des sels neutres.

L'*acéte barotique* a une saveur vinaigrée agréable. La dissolution de ce sel peut servir de réactif au lieu du muriate *barotique*, & doit être préférée dans toutes les occasions où la présence de l'acide muriatique pourroit nuire à l'objet qu'on se propose. Je donnerai ailleurs la manière de préparer cette dissolution avec le spat pesant mis à l'état d'hépar; j'observerai seulement ici qu'elle m'a donné, par l'évaporation spontanée à l'air libre, des crystaux nets & transparens, en prismes longs & déliés, groupés en faisceaux divergens.

Acéte calcaire, sel formé de l'acide acéteux saturé de calce ou terre calcaire. On lui donnoit anciennement les noms de *sel de craie*, *sel de corail*, *sel d'yeux d'écrevisses*, *&c.* suivant qu'il étoit préparé avec l'une ou l'autre de ces matières. Crollius est le premier qui en ait donné une description exacte.

Le vinaigre dissout les substances terreuses calcaires avec une effervescence très-marquée, il en résulte un sel d'une saveur acéteuse, mêlée de beaucoup d'amertume. Lorsque la terre calcaire est pure, la dissolution est sans couleur. M. Baumé a observé que pendant la saturation du vinaigre, il s'élevoit une vapeur acide volatile & que la dissolution nouvellement faite altéroit encore les couleurs bleues végétales: pour expliquer ces effets, il a soupçonné l'existence d'un acide sulfureux végétal; mais on est assuré aujourd'hui, qu'ils ne sont dus qu'à l'acide méphitique des matières calcaires, lequel se dégage pendant l'opération, & dont la partie aqueuse du vinaigre demeure imprégnée pendant quelques jours, à moins que le gas n'ait été chassé par la chaleur de l'ébullition; il y a d'ailleurs, comme nous l'avons dit à l'article **Acéte barotique**, un excès d'acide acéteux dont on ne peut débarrasser le sel que par la crystallisation.

240 parties du vinaigre de M. Wenzel, ont dissous 69 $\frac{1}{2}$ parties d'écailles d'huitre, tenant environ 36 $\frac{1}{2}$ de chaux pure, d'où cet auteur conclut la proportion de composition de l'acide acéteux avec le calce :: 240 : 125.

Ces dissolutions calcaires donnent, même par l'évaporation spontanée, des crystaux en aiguilles soyeuses qui grimpent volontiers sur les parois des vaisseaux & forment de belles végétations. Lorsqu'on pousse l'évaporation au feu, une partie du sel est sous forme pulvérulente. L'*acéte calcaire* se laisse décomposer par le feu sans intermède, son acide s'élève en vapeurs blanches très-spiritueuses, très-inflammables, ayant l'odeur de l'éther végétal, mais empyreumatiques; il blanchit avec l'eau & rougit la teinture de tournesol; Hartmann fait mention de ces observations dans ses notes sur la Chymie royale (*Basilica chymica*) de Crollius. Quelques Chymistes surpris de ce que cette distillation ne donnoit pas un acide concentré de même nature que celui qu'on obtient de l'acéte de cuivre ou crystaux de verdet, ont placé ce phénomène au nombre de ceux que l'on ne pouvoit

pouvoit expliquer, il me paroît dépendre d'une seule circonstance qui étoit aisée à saisir, c'est que l'acide adhère ici bien plus fortement à la base, il faut dès-lors un feu plus violent pour le détacher, & ce feu le décompose en partie ; la même chose arrive dans la distillation de l'acète de potasse ou terre foliée, & peut-être que si on eut examiné les résidus de distillation de ces sels, on auroit obtenu une preuve complette de la décomposition d'une portion de l'acide dans l'état effervescent de ces résidus, propriété qu'ils n'auroient pû acquérir, comme nous l'avons dit à l'article Acéte arsénical, qu'en reprenant le gas méphitique qui étoit une des parties constituantes de l'acide. *Voyez* l'article Acide formicin.

L'*acéte calcaire* ne paroît éprouver aucune altération à l'air, M. Weigel le croit déliquescent, cependant, je conserve depuis plus d'un an, une belle ramification soyeuse de ce sel dans un bocal simplement couvert de papier, que j'ai même laissé découvert pendant un mois entier, & qui s'est maintenu parfaitement sec. M. Wenzel lui reconnoit la même propriété. Il est également difficile de croire avec M. Weigel que l'excès d'acide puisse rendre ce sel déliquescent, puisqu'il se cristallise par une évaporation spontanée, & que d'ailleurs son acide seul est lui-même susceptible de s'évaporer à la longue, au lieu d'attirer l'humidité de l'air.

L'*acéte calcaire* est décomposé par tous les acides qui ont une affinité plus forte avec sa base, & même dans la voie séche par ceux qui quoique plus foibles que l'acide acéteux, sont en état de le dégager par leur fixité. *Voyez* Calce.

Il est de même décomposé par toutes les bases qui ont plus d'affinité avec son acide. *Voyez* Acide acéteux.

Lorsqu'on précipite la terre de l'*acéte calcaire* par un alkali, il n'y a point d'effervescence par ce que le calce reprend l'acide méphitique à mesure qu'il se dégage ; cette terre blanche & très-rare, comme la plûpart des précipités, a été anciennement décorée des beaux noms de *magistère de corail*, *de perles*, *&c.* dans la fausse persuasion où l'on étoit que la terre soluble de ces matières retenoit quelques-unes de leurs propriétés distinctives.

Il est indubitable que l'*acéte calcaire* a aussi ses affinités comme composé, mais elles n'ont point encore été examinées.

Acéte calcaire (*Pharm.*) Toutes les substances calcaires peuvent être employées à la composition de ce sel, mais celle que l'on combine le plus fréquemment avec l'acide acéteux est le corail rouge. On le fait dissoudre dans le vinaigre distillé, puis après avoir filtré la dissolution, on la fait évaporer dans un vaisseau de verre ou de grais; lorsque la matière commence à s'épaissir on y ajoute de l'eau distillée, puis on pousse l'évaporation à siccité. Lorsqu'on ménage le feu sur la fin de l'évaporation, ce sel se cristallise en filets soyeux qui se groupent sous la forme d'éventail. Il contient au quintal 50 de calce.

On le compte parmi les sudorifiques & les diurétiques. C'est à l'acide acéteux qu'il doit principalement son efficacité. On le fait prendre dans des véhicules appropriés, à la dose d'un scrupule & l'on peut la porter jusqu'à un gros & demi.

On peut obtenir de l'*acéte calcaire* en dissolvant toutes les substances où le calce domine, par l'acide acéteux, & tous les acétes qui seront le résultat de l'opération auront les mêmes propriétés.

On peut avec avantage faire extemporanément cette combinaison, pour conserver dans le menstrue qui doit lui servir de véhicule, l'acide méphitique dégagé du calce méphitisé. *Voyez* sur les précautions à prendre dans cette préparation & sur son utilité, Acéte de potasse.

Acéte d'argent, sel formé de l'acide acéteux uni à l'argent ; cette combinaison ne peut se faire que par affinité disposée, le vinaigre le plus concentré, même aidé de la chaleur, n'attaque point l'argent tant qu'il est pourvu de la quantité de phlogistique qui le met en état de métal ; M. Pluvinet rapporte cependant d'après le témoignage de Gebaver, que six onces de vinaigre en ont pris 3 grains $\frac{1}{2}$, mais un fait aussi nouveau doit être constaté par plus d'une observation ; quand l'argent a été précipité de l'acide nitreux par un alkali, il se dissout très-bien dans le vinaigre ; MM. Margraff & Monnet ont observé que cette dissolution étoit accompagnée d'effervescence, le premier assure qu'elle lui a fourni par l'évaporation un sel cristallisé ; M. Monnet au contraire a jugé qu'elle n'étoit pas susceptible de se cristalliser ; la concentration rapide, même avec l'alternative du réfroidissement subit, ne lui a donné qu'une apparence de gomme vers les bords, & l'évaporation lente n'a produit qu'une poussière blanche. Mais ces observations ne me paroissent pas suffisantes pour infirmer le témoignage de M. Margraff, d'autant plus qu'il est soutenu de celui de MM. Westendorf & Wenzel, qui ont vû de même des cristaux minces, oblongs se former dans cette dissolution ; elles ne peuvent donc servir qu'à confirmer ce que nous avons dit à l'article Acéte barotique, de la difficulté de rencontrer le point convenable de concentration de la liqueur pour laisser ensuite former spontanément les cristaux.

La combinaison de l'acide acéteux avec l'argent se fait encore très-facilement par échange de bases, lorsqu'on mèle la dissolution du nitre d'argent avec la dissolution d'un sel acéteux dont la base a plus d'affinité avec l'acide nitreux.

240 parties du vinaigre de M. Wenzel en ont pris 37 $\frac{1}{2}$ de précipité d'argent, qui répondent suivant ce chimiste à 29 $\frac{1}{4}$ d'argent réel, d'où il

a conclu la proportion de composition de l'acide avec le métal :: 240 : 101 $\frac{1}{3}$.

L'*acète d'argent* fait une impression piquante sur la langue, il se dissout facilement dans l'eau, & cette dissolution est permanente.

Ce sel se décompose promptement au feu, il se boursouffle légérement, & se réduit en une chaux friable, soluble dans tous les acides.

Le zinc, le fer, le plomb, le cuivre & le mercure précipitent l'argent de cette dissolution en état de métal.

Les autres moyens de décomposition sont indiqués par l'ordre des affinités de son acide & de sa base.

Acète d'argent. (*Pharm.*) Tous les précipités de ce métal à l'exception de celui qui est produit par une substance qui lui rend du phlogistique, peuvent être employés pour la préparation de cet *acète*, mais je préférerois d'opérer par double affinité, en mettant dans une dissolution nitreuse d'argent jusqu'à saturation, des cristaux d'*acète* de soude, ou de potasse; l'opération seroit plus prompte, la combinaison plus sûre, vu l'état de concentration de l'acide & de division de la terre métallique.

On pourroit former des pillules de ce sel par la même manipulation employée à la formation des pillules avec le nitre d'argent. *Voyez* NITRE D'ARGENT, PILLULES LUNAIRES.

Les propriétés médicinales de cet *acète* ne sont pas connues, mais s'il est permis de raisonner en médecine par analogie, il semble qu'on pourroit s'en servir dans les mêmes circonstances où l'on emploie le nitre d'argent, le donner en pillules comme un purgatif hydragogue, en saupoudrer les ulcères en qualité d'escarotique, & vu le peu de causticité de l'acide acéteux, & la petite portion de phlogistique qu'il aura rendu à la terre métallique, en porter la dose en pillules, à trois ou quatre grains.

Acète de bismuth, sel formé de l'union de l'acide acéteux avec le bismuth. M. Geoffroi dans ses mémoires sur l'analogie du bismuth & du plomb, le nomme *sucre de bismuth*.

M. Monnet a révoqué en doute la possibilité de cette combinaison, mais il y a lieu de croire que son acide n'étoit pas suffisamment concentré, ou qu'il n'a pas employé les moyens nécessaires pour la faire réussir; Pott assure précisément que la saveur du vinaigre est altérée lorsqu'il a digéré sur le bismuth, & que l'alkali y occasionne un précipité, il convient que cette dissolution se cristallise difficilement; M. Gellert reconnoit de même qu'il y a dissolution, son observation différe seulement de celle de Pott, en ce qu'il rapporte que le bismuth qui n'est point dissous conserve son éclat métallique, au lieu que suivant le dernier, le bismuth noircit à sa surface.

M. Westendorf ayant tenu du bismuth en digestion dans du vinaigre concentré, lui a trouvé après cela une saveur douceâtre; il est difficile de croire, avec ce chimiste, que le vinaigre attaque ici principalement la partie phlogistique du métal, d'autant plus qu'il est certain que sa chaux s'y dissout en plus grande quantité: suivant M. Bergman, si on fait bouillir une demie-heure le vinaigre distillé sur la chaux de bismuth, la dissolution s'annonce par le goût, elle est précipitée par le prussite de potasse, elle est décomposée sensiblement par les acides saccharin, oxalin, tartareux, phosphorique & arsenical.

Le régule, dit le même auteur, s'y dissout également, mais en si petite quantité qu'on peut à peine l'y reconnoitre.

Non-seulement M. Wenzel confirme la dissolubilité du régule dans le vinaigre, mais il résulte encore de ses expériences qu'il s'y dissout en plus grande quantité que le précipité de ce demi-métal. 240 parties de son vinaigre, ont pris, à l'aide de la chaleur, 4 $\frac{1}{2}$ de limaille de bismuth; la dissolution n'a point été troublée par l'eau, cependant elle a donné de petits crystaux, & lorsqu'elle a été évaporée à siccité, il est resté une masse jaune insoluble.

Ce chimiste a traité de même le bismuth précipité de sa dissolution par la potasse, & la même quantité de 240 parties de son vinaigre n'en a dissous qu'une partie.

Il fixe en conséquence la proportion de composition de l'acide & du régule, suivant la première expérience :: 240 : 15 $\frac{1}{3}$.

J'ai pensé qu'en procédant par voie d'échange, & mêlant par exemple la dissolution nitreuse de bismuth avec la dissolution acéteuse de potasse, on obtiendroit une dissolution acéteuse de bismuth aussi chargée qu'il étoit possible; le succès a passé mon attente, j'ai eu de cette manière & très-facilement un sel brillant, talqueux, de couleur argentine & qui exposé pendant plus d'un mois à l'air libre n'a pas attiré l'humidité. Je fis voir ce sel à l'académie de Dijon le 21 Février 1782 à l'occasion de la notice que l'on venoit de publier dans la gazette salutaire d'un mémoire de M. J. Scote chimiste d'Edimbourg qui indiquoit le même procédé pour la formation des sels acéteux, je communiquai en même temps à l'académie les observations suivantes que j'avois recueillies de mes expériences & qui paroîtront peut-être plus intéressantes que la découverte du procédé pour produire cette combinaison.

Ayant mêlé de la dissolution d'acète de potasse ou terre foliée à la dissolution de nitre de bismuth, je vis d'abord se former un caillé blanc très-sensible, & ce caillé fut redissous pour la plus grande partie. L'affusion de l'eau y occasionna néanmoins encore un précipité très-abondant.

Je filtrai alors la liqueur, elle passa très-limpide ; je la mis à évaporer au bain de sable, mais à peine la capsule eût-elle senti la chaleur que la liqueur devint laiteuse ; je la laissai cependant sur le feu & je ne fus pas peu surpris de voir un instant après que cette même liqueur s'étoit complettement éclaircie, & recouverte de petites lames salines, brillantes, talqueuses comme le sel sédatif & même un peu argentines. Plusieurs de ces cristaux s'étoient déja précipités & rassemblés au fond de la capsule.

Lorsque tout le sel se fut réuni au fond, & qu'il cessa de s'en former de nouveau par les progrès de l'évaporation, je retirai la capsule & je l'inclinai pour faire écouler la liqueur.

J'ai produit la même combinaison par le mélange de l'acéte calcaire & du nitre de bismuth ; il y eût de même, précipité blanc, & il disparut en entier par la seule agitation. Mais ayant ajoûté de la dissolution du premier, le précipité cette fois ne pût être complettement repris. J'y ajoutai alors de l'eau pour voir si elle troubleroit encore la liqueur, elle devint en effet laiteuse épaisse.

La liqueur filtrée passa limpide & fut encore blanchie par l'eau pure ; j'imaginai en ce moment d'y verser du vinaigre distillé, c'est-à-dire, non concentré, quel fut mon étonnement lorsque je remarquai non-seulement que la liqueur étoit redevenue limpide, mais même qu'elle avoit perdu la faculté d'être décomposée par l'eau pure. Que l'acide du vinaigre quoique délayé ait pû prendre, sans digestion au feu & sur le champ, la chaux de bismuth qui s'étoit précipitée, qu'il eût formé avec cette terre métallique un sel non sujet à se décomposer par l'eau, ces faits ne contrarioient que les idées que j'avois prises de l'indissolubilité du bismuth d'après les expériences des chimistes. Mais que le vinaigre eût fait perdre au nitre de bismuth restant, la propriété de laisser aller sa base quand on le délaie, c'étoit un phénomène d'autant plus important qu'on ne pouvoit imaginer que l'acide acéteux eût repris la terre métallique à l'acide nitreux.

Je m'attachai donc d'abord à confirmer ce phénomène, & l'expérience suivante ne me laissa aucun doute : j'ai versé du vinaigre distillé simple non concentré & même très-foible dans la dissolution nitreuse de bismuth, le précipité a paru, il a été repris sur le champ, & l'eau ajoûtée à quelque dose que ce fut n'a pas précipité le mélange.

Ainsi il est constant que le vinaigre ôte au nitre de bismuth la propriété de se laisser décomposer par l'eau, cela viendroit-il de ce que l'acide nitreux se porte sur le phlogistique du vinaigre & se trouve par-là tellement affoibli que le vinaigre seul lui enlève sa base ou du moins partie de sa base par une sorte de double affinité ? Cette explication que je propose par forme de conjecture me paroit mériter attention.

Acéte de cobalt, sel formé de l'acide acéteux uni au *cobalt ;* le *cobalt* ne se laisse point attaquer par le vinaigre, tant qu'il est sous sa forme métallique ; mais quand le feu ou les acides l'ont privé d'une portion de son phlogistique, la dissolution se fait même à froid, & la liqueur prend une couleur de rose pâle.

240 parties du vinaigre de M. Wenzel ont dissous 108 grains de précipité de *cobalt*, qui ont laissé échapper pendant la dissolution 38 grains de gas méphitique, d'où il suit que les proportions de l'acide & de la base métallique sont dans cette composition :: $240 : 241 \frac{1}{7}$.

La dissolution acéteuse de *cobalt* est d'un beau rouge ; elle donne par l'évaporation un sel qui devient bleu lorsqu'on l'expose à la chaleur, qui reprend la couleur rouge en refroidissant, & qui attire insensiblement l'humidité de l'air. Ainsi l'acide végétal peut, comme l'a très-bien observé M. Cadet, former une encre de sympathie avec le *cobalt*, de même que les acides minéraux.

Les autres propriétés de cette dissolution n'ont point été examinées.

La table des affinités indique les substances qui peuvent décomposer l'*acéte de cobalt*, en s'appropriant son acide ou sa base.

Acéte de cuivre, sel formé de l'acide acéteux avec le *cuivre.* On lui a donné les noms de *crystaux de Venus*, de *verdet distillé*, de *verdet*, de *verd de gris*, & la dissolution a été nommée *teinture de Vénus.* Nous ne retiendrons de toutes ces dénominations que celle d'*acéte de cuivre* pour le sel métallique dans l'état de saturation, & celle de *verdet* pour le sel imparfait qui se trouve dans le commerce.

Le cuivre se dissout très-facilement dans le double de son poids de vinaigre sur-tout à l'aide de la chaleur. La dissolution est d'un verd foncé ; il s'y forme par l'évaporation spontanée des crystaux qui végètent en ramifications très-fines ; mais si on fait évaporer la liqueur sur le feu, & qu'on la place ensuite dans un lieu frais, elle donne de très-beaux crystaux rhomboïdaux ou parallélipipèdes obliquangles, d'un verd bleu assez foncé.

On obtient la même dissolution en présentant au vinaigre, au lieu de cuivre, les chaux & précipités de ce métal.

Mais, pour la préparation en grand de l'*acéte de cuivre*, & même dans les laboratoires, on employe plus communément le verdet qui est déja un sel acéteux avec excès de terre métallique. (*Voyez* Verdet.) On fait bouillir du vinaigre sur le verdet ; on filtre la liqueur, & on la fait crystalliser. M. Montet parle d'une fabrique établie à Grenoble, où on l'avoit assuré que l'artiste faisoit un secret de son procédé, & qu'il y avoit beaucoup gagné. Ce secret n'est réellement, comme tant d'autres, qu'une pratique perfectionnée dans des vues

économiques pour abréger le temps, la main-d'œuvre ou la consommation des matières, mais je ne pense pas, comme M. Montet, que l'évaporation lente, spontanée puisse remplir avantageusement ces objets, & la plupart des chimistes sont d'accord que l'on n'obtient de beaux crystaux de cette dissolution, que par l'évaporation par le feu & le refroidissement.

L'*acète de cuivre* a une saveur métallique cuivreuse, désagréable ; il se dissout dans l'eau sans se décomposer : lorsque ce sel est exposé à un air sec, sa surface se réduit en une poudre verd-céladon beaucoup plus claire ; on ne voyoit anciennement dans cette efflorescence que l'effet d'une évaporation spontanée de l'eau de crystallisation, parce qu'on ne connoissoit pas l'action de l'air pur sur le phlogistique, mais cette action est démontrée aujourd'hui sur le vitriol de Mars, & je ferai voir ailleurs que la couleur de la chaux de cuivre s'affoiblit à mesure qu'elle est plus dépouillée de phlogistique ; ces deux considérations me semblent indiquer ici la même cause. (*Voyez* VITRIOL DE MARS & NITRE DE CUIVRE.)

Suivant M. Wenzel, 240 grains de son vinaigre ont dissous 88 grains de précipité de cuivre par l'alkali, qui répondent à 46 $\frac{2}{7}$ de métal ; d'où il conclut que l'acide acéteux le plus concentré s'unit au cuivre dans la proportion de 240 à 16 $\frac{1}{2}$.

Comme l'acide acéteux n'adhère que foiblement au métal, ce sel se décompose facilement au feu sans intermède, & c'est un des moyens dont on se sert le plus communément pour obtenir l'acide acéteux concentré. M. de Lassone a observé qu'il se dégageoit, pendant la distillation de ce sel, deux espèces de gas, l'un qui éteint la flamme d'une bougie, l'autre entièrement inflammable, mais non fulminant ; & qu'il y avoit un moment où il s'élevoit au col de la cornue quelques flocons blancs qui étoient un vrai sel acéteux de cuivre, & qui en passant dans le récipient, coloroient en verd la liqueur.

L'*acète de cuivre* est soluble, à un certain point, dans l'esprit-de-vin.

La table des affinités indique les substances qui le décomposent en s'emparant de son acide ou de sa base. La dissolution acéteuse de cuivre est placée dans les tables de M. Achard au nombre de celles qui sont décomposées par l'eau chargée d'acide méphitique : ce mélange a donné un précipité blanc tirant au gris.

Le zinc, le fer, le plomb & l'étain précipitent le cuivre en état de métal ; le dernier exige un temps très-considérable, même avec le secours de la chaleur.

ACÈTE DE CUIVRE, (*Pharm.*) Pour préparer ce sel :

Prenez verdet réduit en poudre, une livre ;
Vinaigre distillé, six livres.

Mettez le verdet dans une cucurbite de verre ; & ajoutez une portion de l'acide acéteux ; placez la cucurbite dans un endroit chaud, & dès que l'acide a pris une nuance bleue, décantez-le par inclinaison ; remplacez-le par de nouvel acide jusqu'à ce que toute cette espèce de chaux cuivreuse soit dissoute.

Mettez cette dissolution dans un vaisseau de cuivre sur un réchaud bien ardent ; portez-la à l'ébullition ; ajoutez successivement de nouveau verdet & de nouveau vinaigre, & filtrez sa dissolution avant son refroidissement. Faites-la évaporer ensuite sur un feu doux jusqu'à pellicule, & portez-la alors dans un lieu frais, pour la faire crystalliser. Placez les crystaux entre deux papiers sans colle ; faites-les sécher à une chaleur douce.

L'*acète de cuivre* n'est pas employé pour l'usage interne à raison de sa causticité. Helvétius puiné le regardoit cependant comme efficace contre la maladie vénérienne, & le faisoit prendre intérieurement ; mais l'éméticité violente de ce sel a engagé tous les médecins à le proscrire, & l'on se borne à en faire usage extérieurement. C'est un léger escarotique convenable dans les ulcères rebelles & sanieux ; on trempe des plumaceaux dans sa dissolution dont on couvre les ulcères.

On y trempe aussi des pinceaux de linge dont on touche les aphtes des lèvres & de la bouche & les bords des ulcères sanieux. Le verdet est employé en poudre sur les ulcères de la même espèce. On le fait entrer dans l'onguent égyptiac & l'emplâtre divin ; il vaudroit mieux y mettre l'*acète* cuivreux. (*Voyez* ONGUENT ÉGYPTIAC, EMPLATRE DIVIN.)

On se servoit anciennement de verd de gris dans le traitement des fistules ; mais depuis que la Chirurgie s'est éclairée, l'usage des corrosifs est devenu plus rare. Fallope détrempoit du verdet en poudre avec de la salive, en couvroit des tentes qu'il introduisoit dans les fistules, & détergeant par ce moyen le fond des clapiers, il favorisoit une suppuration qui donnoit lieu à la régénération des chairs.

ACÈTE DE MANGANÈSE, sel formé de l'acide acéteux & du demi-métal appellé *manganèse*. Je n'ai pas trouvé que l'on eût essayé l'action directe du vinaigre sur le régule, mais il attaque facilement sa chaux, même celle qui est noire, c'est-à-dire dépouillée de phlogistique ; ce qui vient de ce que le vinaigre est naturellement pourvu de ce principe, & que la terre métallique en reçoit d'abord une suffisante quantité pour devenir soluble. Nous aurons occasion de remarquer ailleurs que ce phénomène est dû à la grande affinité de la terre de la *manganèse* avec le phlogistique.

Ayant fait bouillir le vinaigre sur la chaux noire de *manganèse*, je n'ai pu parvenir à saturer la dis-

solution au point qu'elle ne rougit plus le papier bleu; j'en ai indiqué les raisons à l'article Acéte barotique : cependant la dissolution étoit assez chargée pour donner un précipité abondant par l'affusion de l'alkali; le précipité étoit blanc, parce que, comme je l'ai dit, la terre métallique reprend du phlogistique en se combinant avec l'acide.

Cette dissolution fut également précipitée en blanc par le prussite de potasse; ce qui prouve bien que ce métal n'est pas du fer. A la vérité, la liqueur ainsi précipitée passa au verd au bout de quelques heures; & cette couleur annonçoit la présence d'un peu de fer dont la *manganèse* n'est en effet jamais exempte, mais le précipité resta blanc.

M. Schéele est parvenu à saturer le vinaigre radical par des distillations réitérées sur la *manganèse*; il a observé que la dissolution évaporée à siccité attiroit l'humidité de l'air.

Si on laisse tomber quelques gouttes d'acide vitriolique dans cette dissolution, il se fait un léger précipité blanc. On verra, à l'article Manganèse, que ce n'est pas la terre propre du demi-métal qui le produit.

M. Buchholz a publié dans le tome V des nouveaux actes des Curieux de la nature, une préparation de la *manganèse* avec le vinaigre, qu'il regarde comme le dissolvant le plus puissant des résines, après l'esprit-de-vin. *Voyez* Résine.

Acéte de nickel, sel formé de l'acide acéteux & du *nickel*. Le vinaigre n'attaque pas le régule de ce demi-métal, mais il dissout fort bien sa chaux & prend une couleur verte. Cette dissolution fournit par l'évaporation des crystaux spathiques d'un beau verd. M. Monnet assure qu'ils ne sont pas déliquescens; il compare leur saveur à celle de l'*acéte* de plomb ou sucre de Saturne.

M. Wenzel n'a pas déterminé les proportions de cette combinaison, non plus que de la précédente.

Acéte de platine, sel formé de l'acide acéteux & de la *platine*. Le vinaigre n'attaque point la *platine* en état de métal; mais quand elle a été privée d'une partie de son phlogistique par l'eau régale ou l'acide muriatique déphlogistiqué, le précipité de cette dissolution est très-soluble par le vinaigre. Il y a lieu de croire qu'il en seroit de même de la *platine* calcinée par le nitre en fusion, puisqu'elle se laisse alors dissoudre par l'acide vitriolique & par l'eau-forte.

Il est encore probable que la dissolution acéteuse de *platine* présenteroit le même phénomène que toutes les autres dissolutions de ce métal, c'est-à-dire que la potasse & l'ammoniac n'en précipiteroient d'abord, au lieu de chaux, que de petits crystaux salins, & que cette précipitation auroit lieu même avec ces deux alkalis saturés d'avance par un acide; ce qui vient de la formation d'un sel à trois parties, comme on peut le voir à l'article Régalte de platine.

Nous avons encore à regretter ici que M. Wenzel n'ait point essayé de déterminer les proportions de cette combinaison.

Acéte de plomb, sel formé de l'acide acéteux & du plomb : cette combinaison est connue sous les noms de *sucre de Saturne*, de *sel de Saturne*, de *vinaigre de Saturne*, & *extrait de Saturne*. Il en est fait mention dans les ouvrages d'Isaac le Hollandois & de Basile Valentin.

Le vinaigre attaque le plomb; mais cette action se borne à corroder sa surface, c'est-à-dire qu'il s'y forme une petite quantité de sel mêlé de beaucoup de chaux de plomb; c'est ce que l'on appelle *blanc de plomb*, qui est employé dans la peinture, soit pur, soit mêlé à de la craie, comme dans la céruse du commerce.

On a deux manières de faire le blanc de plomb: dans la première, on réduit le plomb en lames minces qu'on trempe dans de bon vinaigre, & qu'on gratte tous les jours pour enlever la chaux qui s'est formée à leur surface, répétant cette opération jusqu'à ce que tout le plomb ait été ainsi calciné. Dans la seconde, on forme avec de petites lames de plomb des rouleaux semblables à des rouleaux de papier, en observant seulement de laisser un peu d'espace entre chaque feuille du rouleau; on suspend ces lames dans le milieu d'un pot de terre cuite en grais, au fond duquel il y a du vinaigre; on ferme exactement le pot, & on le met pendant 30 jours dans le fumier; on trouve après cela les lames de plomb entièrement calcinées; ou s'il reste du métal dans l'intérieur, on le remet dans le même vaisseau pour le convertir en chaux. On peut se servir, au lieu de vinaigre, de vin simplement disposé à la fermentation acide que l'on verse sur des rafles de raisin.

La chaleur de la couche de fumier peut être remplacée par celle d'un bain de sable très-doux.

La condition essentielle dans ces deux opérations, est que le métal présente beaucoup de surface; c'est pour cela que l'on le réduit en lames minces; dans la dernière, on a un autre avantage: l'acide en état de vapeur pénètre plus profondément. On trouvera à l'article Blanc de plomb, la description du travail en grand.

Il est aisé de voir qu'il ne reste que bien peu d'acide dans cette préparation; ce n'est presque qu'une chaux métallique : aussi est-elle insoluble dans l'eau, & cette propriété est essentielle, du moins à un certain point, pour donner un corps colorant; mais cette matière n'en est pas moins disposée à former une vraie combinaison saline avec le même acide dans lequel elle se dissout très-facilement : c'est pour cela que dans toutes les fabriques d'*acéte de plomb* ou sucre de Saturne, on employe de préférence le blanc de plomb ou céruse non falsifiée par

la craie ; car on assure qu'il y a une autre espèce de blanc de plomb qui se fait avec l'acide vitriolique, & qui ne pourroit conséquemment contracter aucune union avec le vinaigre.

Pour mettre en état de sel acéteux le blanc de plomb dont j'ai parlé précédemment, on prend en Hollande du vinaigre de bierre que l'on distille en très-grande quantité dans des alambics de cuivre, dont le chapiteau est bien étamé intérieurement, ainsi que son tuyau, & garni de son réfrigérant; on distille par jour dans ces alambics environ 160 mesures du Rhin.

Le vinaigre ainsi distillé, on le verse dans une chaudière de cuivre, & on le fait bouillir sur du blanc de plomb, en ajoutant continuellement du vinaigre jusqu'à ce qu'une goutte de la liqueur prenne consistance sur une lame de métal froide. On observe de ne donner d'abord qu'une très-douce chaleur, & de remuer le mêlange chaque fois que l'on ajoute de nouveau vinaigre.

Quand on juge la liqueur suffisamment concentrée, on laisse précipiter le blanc de plomb qui n'est pas dissous ; & on tire la dissolution claire dans des vaisseaux de plomb quarrés & fort évasés ; les crystaux se forment par le refroidissement, & on n'a plus qu'à faire écouler la liqueur restante pour les obtenir secs.

M. Weber qui nous a donné la description de cette opération, remarque avec raison qu'elle n'est pas bien ordonnée, & que, pour éviter la perte de vinaigre que l'on fait nécessairement en le mettant tout de suite avec le blanc de plomb dans une chaudière ouverte, il faudroit y adapter un chapiteau pour recueillir le vinaigre qui se volatilise avant d'être combiné, ou encore mieux, tenir auparavant le mêlange en digestion dans de grands tonneaux dont le couvercle seroit percé pour laisser passer un bâton avec lequel on agiteroit de temps en temps les matières ; on ne porteroit ainsi dans la chaudière que du vinaigre saturé, qu'il seroit facile de tirer par un robinet placé à une certaine distance du fond de ces tonneaux.

Le procédé que donne M. de Machy dans les arts de l'Académie, & qui paroit être celui qu'on suit dans la fabrique de Grenoble, est peu différent de ce que conseille M. Weber ; le mêlange se fait dans une tonne ou jarre placée dans un endroit chaud près des fourneaux qui servent à la distillation du vinaigre ; on agite les matières avec un long bâton, & après que toute effervescence a cessé, que le dépôt s'est formé, on puise la liqueur claire dans de grandes cuillers de bois pour la porter dans la chaudière qui est de plomb & encastrée dans son fourneau comme les cuves des teinturiers.

La crystallisation se fait également dans des vaisseaux quarrés, évasés, que l'on appelle *formes*, mais ici elles sont de poterie vernissée, percées vers le fond d'un trou que l'on bouche avec un bondon, & que l'on n'ouvre que quand la crystallisation est achevée, pour écouler la liqueur. Suivant M. de Machy, lorsqu'on a rempli ces formes, on les range dans une étuve, & on verse dans chacune 4 onces de forte eau-de-vie ou d'esprit-de-vin, qui sert à empêcher l'évaporation.

M. Weber ne dit point ce que l'on fait en Hollande des eaux-mères ; les fabriquans de Grenoble les faisoient anciennement dessécher à l'étuve, ce qui leur donnoit beaucoup de sel jaune & sale ; ils les délayent aujourd'hui dans de nouveau vinaigre, ils les filtrent & en retirent par l'évaporation des crystaux qui ne sont plus que foiblement colorés. Il est très-vraisemblable, comme le dit M. de Machy, que ces eaux-mères ne sont qu'une dissolution surchargée de terre métallique ; aussi sont-elles épaisses comme de l'huile.

Au lieu de vinaigre de bierre qui sert en Hollande & en Angleterre pour cette fabrication, on fait à Grenoble le vinaigre avec du vin & des marcs de raisin ; on croit que les Hollandois en tirent aussi de ces marcs, & que c'est pour cela qu'ils les viennent chercher dans l'Artois & le Bordelois.

A défaut de blanc de plomb, la litharge & les autres chaux de ce métal peuvent également servir à la préparation de ce sel ; on doit seulement préférer celles qui se dissolvent le plus facilement dans le vinaigre. Or, suivant l'observation de M. de Machy, 8 onces de vinaigre dissolvent près de 2 gros de blanc de plomb, 1 gros $\frac{1}{2}$ de litharge, & $\frac{1}{2}$ gros de minium. On ne doit employer la céruse qu'après s'être assuré qu'elle n'est pas mêlée de craie, comme il s'en trouve assez souvent, & sur-tout dans celle qu'on tire de Hollande. 240 parties du vinaigre de M. Wenzel ont dissous 190 parties de précipité de plomb qui répondent à 145 $\frac{3}{4}$ de métal ; d'où il conclut la proportion de l'acide à la base :: 240 : 503.

L'*acète de plomb* est le plus communément crystallisé en aiguilles déliées & confuses ; mais cette forme n'est due qu'à l'action mécanique du fluide évaporable & à l'adhérence du sel avec ce fluide : car si on conduit l'évaporation lentement sur un bain de sable, on obtient des crystaux blancs, en parallélipipèdes applatis, terminés par deux surfaces inclinées, disposées en biseau.

L'*acète de plomb* a une saveur sucrée mêlée d'un peu d'astriction. Au reste, ce sel est neutre, & n'éprouve à l'air d'autre changement que de se colorer quelquefois en jaune.

Il se laisse décomposer par l'eau, & donne avec elle une liqueur laiteuse qui dépose une partie du métal presque à l'état de chaux pure. Ainsi, lorsqu'on veut dissoudre ce sel, il faut mêler l'eau à parties égales avec le vinaigre pour prévenir cette décomposition par un excès d'acide ; alors la dissolution devient assez permanente, ce qui pourroit engager à lui donner la préférence sur la dissolution de nitre de plomb, dans l'essai des eaux-

mères du nitre, suivant ma méthode. (*Voyez* EAUX-MÈRES DU NITRE.)

L'*acète de plomb* se décompose au feu, & même éprouve une sorte de combustion. On a tiré parti de cette propriété pour faire des espèces de mèches de longue durée : il suffit pour cela de tremper des lames de papier dans une dissolution acéteuse de plomb bien concentrée : ces lames roulées & séchées prennent feu aisément, brûlent très-lentement avec une sorte de scintillation, ne sont pas sujettes à s'éteindre, & ont l'avantage de ne donner ni chaleur, ni flamme incommode à celui qui les porte.

Mais la distillation de l'*acète de plomb* présente des phénomènes encore plus intéressans : une livre de ce sel bien sec, traité dans une cornue au fourneau de réverbère, a donné à M. Baumé trois onces & demie de liqueur qu'il appelle *esprit de Saturne*. Il est resté dans la cornue neuf à dix onces de chaux de plomb de couleur noire, & jaune dans les endroits qui avoient reçu plus de chaleur.

Ce résidu s'enflamme à l'air comme le pyrophore, suivant l'observation de M. Proust. Il se réduit facilement en plomb, même sans addition de flux, parce que la portion d'acide qui s'est brûlée lui fournit assez de phlogistique.

Suivant M. de Lassone, il se dégage pendant cette distillation un fluide élastique qui éteint la bougie, & dont on ne peut séparer aucune partie inflammable, même après l'avoir lavé dans l'eau.

La liqueur qui passe dans le récipient n'est pas du vinaigre concentré & presque pur, comme on auroit lieu de s'y attendre d'après les produits de la distillation des autres sels acéteux ; cette liqueur tient un peu de chaux de plomb, ou plutôt d'*acète de plomb* non décomposé, qui s'est élevé par l'action de la chaleur, à la faveur d'une grande affinité, & qui occasione les vapeurs blanches que l'on remarque dans cette opération : c'est un acide foible d'une odeur désagréable, approchant de celle du tartre brûlé, qui brûle en partie comme l'esprit-de-vin, & sur laquelle on distingue quelquefois de petites gouttes d'huile. Suivant M. Baumé, elle contient un éther que l'on peut séparer en la redistillant & arrêtant la distillation, lorsqu'on en a fait passer la moitié. M. Pluvinet a examiné le produit de cette rectification, & il a observé que l'affusion de l'alkali fixe lui donnoit une couleur jaune, qu'il devenoit laiteux par l'addition de l'eau, & qu'ils'en séparoit de petites gouttes d'huile ; que le résidu de cette distillation étoit chargé d'une huile jaunâtre plus grossière, & qu'il avoit, de même que le produit, une très-mauvaise odeur. Le produit ayant été rectifié trois fois, avoit perdu presque toute son odeur, il ne parut plus contenir rien d'huileux, il ne fut pas troublé par l'eau, & se mêla avec elle comme de l'esprit-de-vin : cependant il se trouva beaucoup plus volatil que l'esprit-de-vin le plus rectifié ; car il occasionna dans les mêmes circonstances un plus grand froid par son évaporation, quoiqu'un peu moindre que celui qui fut produit par l'éther. M. Pluvinet a de plus observé que cette liqueur avoit la mobilité qui est particulière à l'éther, & qu'elle donnoit en brûlant une flamme blanche avec quelques fuliginosités ; d'où il conclut qu'elle a plus d'analogie avec les éthers qu'avec l'esprit-de-vin.

Ce phénomène de la production d'une liqueur éthérée dans cette distillation est digne de toute l'attention des chimistes : nous verrons qu'un éther est essentiellement composé d'acide & d'esprit-de-vin ; il suit donc de-là que le vinaigre contient de l'esprit-de-vin non détruit, non altéré par la fermentation acide, ou du moins qui peut être séparé des substances où il étoit embarrassé ; mais cela posé, pourquoi le vinaigre seul ne peut-il être amené à l'état d'éther ? Pourquoi les autres sels acéteux, tels que l'*acète* de cuivre, de zinc, &c. ne donnent-ils pas le même produit ? Le plomb a-t-il seul la propriété de disposer les deux principes du vinaigre à former une combinaison du genre des éthers ? Quelle est la manière d'agir de ce métal ? Quel est le principe du vinaigre sur lequel il exerce immédiatement son affinité ? Ce sont autant de questions intéressantes dont il faut chercher la solution d'abord en traitant ce nouvel éther à la manière de M. Crell, c'est-à-dire, en essayant de lui substituer un autre acide ; & lorsqu'il aura subi cette épreuve, & qu'on ne pourra plus douter de la formation d'un vrai éther acéteux, il me semble que l'on sera naturellement conduit à en indiquer la cause dans cette grande affinité connue du plomb avec l'huile qui décompose une partie du vinaigre en s'appropriant son huile grossière, & rendant libre l'huile éthérée ou spiritueuse qu'elle enveloppoit. On sent au surplus que je ne propose cette explication que comme une conjecture propre à fournir les vues d'expériences nécessaires pour découvrir la vérité.

L'*acète de plomb* se dissout dans l'huile essentielle de thérébentine à l'aide d'une douce chaleur ; on a donné à cette composition le nom de *baume de Saturne* : elle est encore une preuve de l'affinité du plomb avec toutes les substances huileuses.

L'*acète de plomb* est décomposé par les acides qui lui enlèvent sa base, & par toutes les substances qui attirent plus puissamment son acide. La terre métallique précipitée de la dissolution de ce sel par les alkalis, a été nommée *magistère de plomb* ou de Saturne. M. Achard a remarqué que la dissolution acéteuse de plomb n'étoit point troublée par son mélange avec l'eau chargée de gas méphitique.

ACÈTE DE PLOMB, (*Pharm.*) Sous cet article nous comprendrons la dissolution de plomb par le vinaigre, la céruse, & la poudre de saturne.

Pour préparer l'*acète de plomb*,

Prenez minium, quatre livres,

Vinaigre rouge très-fort, huit livres ;

Faites bouillir jusqu'à ce que la liqueur ait acquis de la douceur & une consistance demi-syrupeuse, décantez & filtrez la liqueur encore chaude, elle passeroit difficilement si elle étoit réfroidie. S'il restoit du minium non dissous, vous ajouteriez de nouveau vinaigre & procéderiez comme cidevant.

Cet acète, dont Goulard, célèbre chirurgien de Montpellier a vanté l'efficacité, est connu vulgairement sous le nom d'*extrait de Goulard*.

En mêlant deux gros de cet extrait,

Demi-once d'eau-de-vie,

Et les étendant dans deux livres d'eau, on a une espèce de lait virginal que son inventeur nommoit, *eau végéto-minérale*. La chaux de plomb n'y reste pas en dissolution & s'y précipite, mais on redonne la blancheur à cette eau par l'agitation.

Cet acète précipite les mucilages & les parties extractives dissoutes dans l'eau, ainsi l'on ne doit pas chercher à le combiner avec les infusions ou décoctions de substances végétales ou animales.

En faisant évaporer l'extrait de Goulard à la chaleur du soleil on a une poudre brune qui est un léger escarotique & que nous nommerons *poudre de saturne*.

En combinant cet acète avec la cire & l'huile, on fait un cérat, une pommade, un onguent. *Voyez* CÉRAT, POMMADE, ONGUENT.

On prépare aussi des toiles avec le cérat de saturne que Goulard nomme *peau de saturne*, *Voyez* PEAU.

La céruse est une chaux de plomb combinée avec le moins d'acide acéteux possible. *Voyez* au mot ACÉTE DE PLOMB, (*Chimie*), l'action de cet acide sur le plomb.

L'*acète de plomb*, connu sous le nom de sucre de saturne est la cristallisation du plomb en état de céruse dissous dans l'acide acéteux.

Toutes les préparations de plomb ne peuvent être employées sans danger pour l'usage interne, la propriété qu'a le plomb de donner de la consistance aux substances mucilagineuses fait que la lymphe & les graisses combinées avec les molécules de ce métal acquièrent une densité qui les fait adhérer aux parois des intestins & probablement à celles des canaux excréteurs des glandes. Des coliques cruelles connues sous le nom de coliques des peintres en sont les effets, quand les humeurs que ces molécules métalliques ont altérées adhèrent aux intestins & à l'estomach, les paralysies, les spasmes, les phtisies, dont l'usage interne des préparations de plomb a été suivi & qui souvent ont eu lieu par leur application sur les parties externes, ont depuis long-temps fait proscrire de la matière médicale interne toutes ces sortes de préparations. En vain se rassureroit-on sur les éloges donnés au sucre de saturne par plusieurs médecins célèbres, tels que Mynsicht, Dolœus, Etmuller, &c. En vain croiroit-on pouvoir le donner avec des correctifs comme anti-phtisique, anti-aphrodisiaque & comme un astringent efficace dans les gonorrhées & les fleurs blanches. Il faut en croire Hoffman, Boerhaave, Friller, &c., & regarder toutes les préparations de plomb comme des poisons intraitables.

C'est seulement à l'extérieur qu'on peut employer avec quelque confiance l'*acète de plomb* & ses composés.

L'extrait de Goulard pur, peut servir en qualité d'escarotique, peu âcre, pour déterger les ulcères de la bouche & de la gorge, accompagnés d'inflammation. On y trempe un pinceau de linge effilé dont on touche ces ulcères. Mais il faut avoir soin que les malades rejettent leur salive & se lavent la bouche après l'usage de ce remède. Sans cette précaution on les exposeroit aux mauvais effets des préparations de plomb prises intérieurement.

On peut de même employer cet extrait sur de vieux ulcères dont les chairs sont baveuses, & sur les ulcères chancreux. La chaux de plomb en attirant le phlogistique, calme la chaleur brûlante qui est souvent insupportable & l'on soulage les malades en calmant leurs douleurs, si l'on n'est pas assez heureux pour les guérir.

La poudre de saturne produit les mêmes effets.

La dissolution du sucre de saturne a les mêmes propriétés, mais elle est plus détersive à raison de l'acide plus à nud & moins calmante, parce que la terre métallique y est moins abondante.

L'eau végéto-minérale peut remplir les mêmes indications que les préparations cy-dessus, mais la dissolution de l'acète dans une grande quantité de fluide aqueux fait que son action est moins énergique, en se portant sur de plus grandes surfaces & qu'elle est moins roborante, moins irritante. C'est un antiphlogistique très-efficace, un résolutif modéré, un répercussif doux, un cosmétique. Aussi convient-elle dans les inflammations commençantes, dans celles qui sont entretenues par une acrimonie sensible, dans le commencement des érésipeles & des ophtalmies, dans les pustules rouges du visage, dans la ceinture de feu, dans les dartres rongeantes, dans les ulcères sanieux & fétides, dans la galle, sur-tout dans l'espèce de celle dont les pustules sont miliaires & accompagnées de grandes démangeaisons. On s'en sert alors pour laver tout le corps deux à trois fois par jour.

La céruse est employée contre les mêmes maladies; mais elle est plus dessèchante, plus antiphlogistique que l'extrait de Goulard & sa poudre, à raison de l'espèce d'excès de chaux de plomb qui se trouve dans cette drogue, est moins roborante, moins irritante, moins détersive, parce que l'acide y est en moindre quantité.

On trouvera aux articles, CATAPLAME, CÉRAT, ONGUENT, POMMADE, l'exposition des propriétés de ceux de ces remèdes dans la composition

position desquels entrent les préparations de plomb.

Je terminerai celui-ci en faisant observer que j'ai préféré le minium à la litharge, pour en faire la dissolution par l'acide acéteux, à raison de l'impureté fréquente de la litharge, parce que, même en faisant usage à l'extérieur des *acètes de plomb* ainsi que de toutes les préparations de ce métal, il ne faut pas perdre de vue la qualité délétère du plomb, & qu'on doit en redouter l'application trop long-temps continuée sur les ulcères, quand ils ont beaucoup de surface & même sur la peau. Boerhaave a vu une jeune personne phtisique dont la maladie pouvoit être attribuée à l'usage extérieur du plomb.

ACÈTE DE POTASSE, sel formé de l'acide acéteux & de l'alkali fixe végétal.

On croit que ce sel a été connu de Pline, parce qu'il recommande, pour la guérison des condylomes à l'anus, un remède composé de vinaigre & de cendres de sarment ; Raymond Lulle est le premier qui en ait donné une description claire.

Il y a peu de sels qui aient reçu autant de noms, & tous très-impropres, ainsi que MM. Pott & Spielman l'ont observé avant nous. C'est l'*arcane de tartre* de Basile Valentin & de Paracelse, la *terre foliée de tartre très-secrette* de Müller, le *magistère purgatif de tartre* de Schrœder, le *sel essentiel du vin* de Zwelfer, le *tartre regénéré* de Tachénius & de Boerhaave, le sel *diurétique* de la pharmacopée de Londres, & le sel *digestif de Sylvius* de Wilson. Les dénominations de *terre foliée* & *tartre regénéré* qui avoient prévalu dans ces derniers temps ne méritent pas moins que les autres d'être oubliées.

Le vinaigre s'unit à l'alkali avec une vive effervescence qui ne cesse que quand il y a saturation, cette effervescence est quelquefois accompagnée d'un réfroidissement sensible. (*Voyez* RÉFROIDISSEMENT). Si l'alkali n'est pas parfaitement pur, il se précipite un peu de terre blanche pendant l'opération ; il ne faut guère moins de 12 à 15 parties de vinaigre pour saturer une partie de bonne potasse, ce qui dépend du degré de concentration de cet acide. La dissolution achevée & même chargée à dessein d'un léger excès d'acide, on filtre la liqueur & on la fait évaporer dans des vaisseaux de verre, de grais ou d'argent. M. Baumé recommande avec raison de retirer sur les bords du vaisseau la pellicule, à mesure qu'elle se forme à la surface, parce qu'autrement, la chaleur nécessaire pour soutenir l'évaporation pourroit rôtir une portion du sel, le charger de couleur, ou même volatiliser partie de l'acide. On achève de le faire sécher à une chaleur douce, & on le renferme tout de suite dans une bouteille qui doit être bien bouchée.

240 parties du vinaigre de M. Wenzel ont dissous 100 $\frac{1}{2}$ de potasse que cet auteur à estimé tenir environ 70 $\frac{1}{15}$ d'alkali pur, d'où il a tiré les proportions d'acide & de base dans cette composition :: 240 : 241 $\frac{1}{2}$.

L'*acète de potasse* a une saveur piquante & chaude, on y distingue le goût particulier du vinaigre & celui de l'alkali. Lorsqu'il est bien neutralisé, il n'altère pas le syrop de violettes.

Il est très-déliquescent, & de-là vient que la forme de ses crystaux n'a pû être bien déterminée; l'apparence lamelleuse qui lui a fait donner le nom de terre foliée, n'a lieu, suivant M. Baumé, que lorsque l'alkali n'est pas bien pur ; M. Pluvinet croit qu'elle dépend de l'augmentation de la chaleur sur la fin de l'évaporation, laquelle refond le sel & le raréfie par l'expansion du peu d'eau qui y reste. Cependant M. Buquet a observé que l'*acète de potasse* dissous dans l'esprit-de-vin chaud se crystallisoit par le réfroidissement en lames ou en aiguilles plus ou moins longues & très-blanches.

La saveur & la déliquescence de ce sel ont porté plusieurs chimistes à penser que l'union de l'acide & de la base n'étoit pas bien intime ; mais voici d'autres circonstances qui annoncent une adhérence assez forte : 1°. M. Bohnius a remarqué que l'*acète de potasse* étoit susceptible de s'élever à la faveur de l'eau qui le tenoit en dissolution, & la vapeur même qui se fait sentir pendant le mêlange du vinaigre & de l'alkali, & qui participe évidemment de la nature de ce sel, suffit pour prouver sa volatilité ; or l'alkali ne peut être volatilisé qu'à raison de son adhérence avec l'acide.

2°. Ce sel traité sec à la distillation, ne laisse aller qu'une portion de son acide, & nous avons déja remarqué, en parlant des autres sels acéteux, que cela ne pouvoit dépendre que du degré d'adhérence de la base.

Il me semble que la seule manière de concilier ces phénomènes est de faire état & de l'affinité de l'alkali avec le principe huileux du vinaigre, & de l'affinité du gas méphitique qui, quoiqu'inférieure à celle du vinaigre dans le moment de la dissolution, peut néanmoins à son tour concourir à la séparation de l'alkali, lorsque celui-ci est devenu caustique, & qu'il fait partie d'une sorte de composition savonneuse ; du moins est-il bien certain que l'*acète de potasse* que l'on a laissé tomber en liqueur à l'air, fait effervescence avec les acides minéraux : il y a donc lieu de croire que l'*acète de potasse* se décompose ici comme un vrai hépar qui laisse aller pendant la décomposition une partie de son phlogistique ; car il seroit difficile de concevoir autrement comment le vinaigre qui a dégagé l'acide méphitique, peut être à son tour déplacé par ce dernier.

Il est impossible d'imaginer combien de recherches, de tours de main, de travaux ont été mis en œuvre par les anciens chymistes pour obtenir ce sel bien feuilleté & parfaitement blanc ; on en pourra juger par ce qu'en a rapporté le célèbre Pott, dans la septième dissertation de son second volume : les

uns préparoient un alkali particulier, d'autres le faisoient calciner, puis redissoudre; ceux-ci faisoient brûler dessus de l'esprit de vin à plusieurs reprises; ceux-là précipitoient la dissolution avec l'acide vitriolique, &c. &c. Il est aisé de voir que tous ces procédés étoient inutiles, dispendieux; que quelques-uns même étoient capables de changer absolument la nature de ce sel.

On fait encore usage aujourd'hui de l'esprit de vin pour le blanchir; il s'y dissout facilement & en quantité; on filtre cette dissolution & on la fait évaporer, comme auparavant, à une chaleur douce jusqu'à ce que le sel soit bien sec. Mais on n'est nullement d'accord de la nécessité de cette espèce de rectification : suivant M. Cadet, l'esprit de vin enlève à ce sel la partie huileuse qui est un de ses principes constituans; d'autres regardent l'état savonneux de ce sel comme tellement important, qu'ils préfèrent même celui qui l'indique par la matière colorante dont il est chargé. Je n'examinerai pas si cette préférence est fondée par rapport aux effets médicinaux : j'observerai seulement que toute matière impure & imparfaite ne peut jamais former qu'un remède infidèle sans proportions fixes & déterminées; que le Médecin qui veut administrer ce sel dans l'état savonneux, doit en prescrire la composition avec un sel pur & une huile exactement dosée, au lieu de hasarder un mélange, toujours accidentellement dissemblable, d'huile rôtie par le feu & de sel en partie décomposé. Quant aux effets chymiques, personne ne révoquera en doute que ce sel ne doive être amené à son plus grand état de pureté, & que dans l'incertitude de savoir si l'esprit de vin lui laisse ou lui enlève quelque principe, il vaut mieux se borner à la première préparation que j'ai indiquée, & qui le donne suffisamment blanc : au reste, il est certain que l'esprit de vin sert à blanchir l'*acéte de potasse*, même celui qui auroit été bruni par une évaporation peu ménagée, quoique M. Cadet ait assuré qu'il n'y avoit plus d'autres moyens que de le calciner tout-à-fait & de redissoudre l'alkali dans de nouveau vinaigre.

On recommande encore, pour avoir ce sel plus net, de n'y employer que la portion de vinaigre distillé qui a passé la première à un feu doux, parce que l'on croit qu'elle est moins chargée d'huile; ce qui ne doit s'entendre que de l'huile fournie accidentellement par une portion de vinaigre décomposé par le feu, & non de celle qui est essentielle à cet acide.

On s'est occupé enfin des moyens de rendre la préparation de ce sel plus économique : pour le mettre à portée de la classe indigente, Boerhaave conseilloit de faire bouillir simplement une partie d'alkali dans 15 parties de vinaigre commun, de filtrer la liqueur & de la conserver ainsi pour l'usage. M. Cadet de Vaux, dans ses notes sur la Chymie de M. Spielman, dit avoir obtenu ce sel bien feuilleté & très-blanc, en saturant d'abord l'alkali de vinaigre blanc ordinaire, calcinant légèrement le résidu de l'évaporation, redissolvant ensuite la matière calcinée dans le vinaigre distillé, filtrant & évaporant la liqueur. Ce procédé peut être avantageux comme n'employant toujours que l'acide du vin, sans autre mélange; & il paroît, parce qu'en dit M. Goettling, que c'est celui que l'on suit en Allemagne; mais, loin de dispenser d'employer du vinaigre distillé, il consomme, presqu'en pure perte, une certaine quantité de vinaigre commun. La méthode vraiment économique, trouvée par un apothicaire de province, & annoncée par M. Roux dans ses cours, a été enfin publiée dans la Gazette de santé en 1782 par MM. Opoix, Jonval & Godefroy, apothicaires de l'hôtel-dieu de Paris.

Cette méthode consiste à faire le mélange d'une livre de chaux avec 6 pintes de vinaigre ordinaire; on filtre la liqueur, on y ajoute 8 onces de belle potasse, il se fait un précipité lilas, on décante la liqueur claire, on la jette sur le filtre, & on éprouve la liqueur filtrée, ou par le gas méphitique, ou par l'acide vitriolique, ou par le syrop violat, pour juger s'il y reste de la chaux : quand on est assuré qu'elle n'en tient plus, on évapore avec les ménagemens nécessaires, & on a 9 onces de sel acéteux à base de potasse, un peu ambré, mais très-bon pour tous les usages.

Les acides du sucre, de l'oseille, & même du tartre pourroient être substitués dans l'épreuve à l'acide vitriolique, comme des réactifs plus fidèles, & même plus appropriés. Nous dirons à l'article Chaux, comment elle agit dans cette opération.

L'*acéte de potasse* coule à la première impression de la chaleur, comme de la cire; mais nous avons déja observé que, lorsqu'on le traite au feu en vaisseaux fermés, il ne laisse aller qu'une portion d'acide non décomposé; de sorte que, lorsqu'on veut obtenir par ce moyen le vinaigre concentré, il faut ajouter dans la cornue une substance qui décompose le sel avant que le vinaigre ne soit décomposé lui-même par la combustion. L'acide vitriolique & l'acide du tartre remplissent très-bien ces vues par leur affinité supérieure avec l'alkali. Je donnerai à l'article Acide acéteux le procédé que l'on suit au laboratoire de l'académie de Dijon, pour le retirer de notre sel dans le plus haut degré de concentration & de pureté.

L'*acéte de potasse* seul fournit à la distillation, comme l'*acéte* de plomb, un esprit inflammable & quelques gouttes d'huile; mais cette opération présente de plus un phénomène dès long-temps annoncé, & auquel on ne paroit pas avoir fait toute l'attention qu'il méritoit; c'est la production d'un vrai ammoniac ou alkali volatil. Ludovic & Hoffman avoient déja fait mention de cette circonstance; quelques-uns l'ont révoquée en doute; tel est, entr'autres, le traducteur de Pott. M. Baumé assure au contraire qu'ayant mis en distillation 8

onces de terre foliée très-pure & faite avec soin, il avoit obtenu d'abord 8 grains d'acide végétal très-fort qui s'étoit elevé en vapeurs blanches; qu'ayant ensuite changé le récipient, il avoit retiré 9 gros 2 scrupules de liqueur alkaline volatile, dont un quart étoit de l'huile fétide semblable à celle qu'on tire des matières animales, & qu'il s'étoit sublimé & attaché aux parois du ballon 16 grains d'alkali volatil concret en beaux crystaux.

Malgré toute la confiance que mérite le témoignage d'un aussi savant observateur, l'importance du fait, le silence de quelques-uns de nos meilleurs auteurs qui ont écrit postérieurement sans en parler, tels que MM. Macquer, Spielman, Buquet, &c. la réserve même avec laquelle en ont parlé MM. Fourcroy, Pluvinet, &c. sans y rien ajouter d'après leurs propres expériences, ne me permettoient pas de le consigner ici avant que d'avoir cherché à le vérifier.

J'ai donc fait distiller 4 onces d'*acète de potasse* très-pur dans une cornue de verre; il s'est dégagé, pendant l'opération, beaucoup d'air inflammable, mais non détonnant, & qui brûloit lentement en donnant une flamme bleue. La liqueur qui passa avoit une odeur très-empyreumatique, un peu piquante, mais plutôt huileuse qu'acide; je vis alors très-distinctement un grand nombre de crystaux adhérens aux parois du ballon; j'y mis un peu d'eau pour les détacher & les recueillir; ils furent bientôt dissous, & le peu d'huile qui y étoit restée se rassembla en gouttes à la surface: cette dissolution blanchit sur le champ avec l'eau de chaux, mais je ne fus pas peu surpris de voir qu'elle n'altéroit, ni le papier jaune, ni le papier teint par le fernambouc: elle ne précipita ni ne troubla la dissolution nitreuse de mercure faite à froid, & lui communiqua seulement une couleur vineuse.

Je mis cette liqueur dans une capsule sur le bain de sable dans le dessein de la concentrer; mais l'ayant oubliée un instant, je n'y retrouvai plus rien, & la volatilité de ce sel concret ne me permit plus de douter que ce ne fût réellement de l'alkali volatil, que la présence d'un peu d'acide, peut-être même de l'huile, avoit empêché de manifester ses propriétés ordinaires sur les papiers réactifs.

Voilà donc une conversion d'alkali fixe en alkali volatil, ou, pour mieux dire, une production de ce dernier par composition; ce n'est pas le seul exemple que nous ayons à citer en faveur de cette possibilité qui s'accorde d'ailleurs assez bien ici avec la théorie; mais on ne sauroit être trop réservé pour admettre des faits de cette nature, jusqu'à ce que la démonstration en ait été rendue complette par des expériences inverses, c'est-à-dire des décompositions.

Une circonstance de cette opération que je ne sache pas avoir eté remarquée, c'est que le résidu charbonneux que l'on trouve dans la cornue n'est pas un alkali pur ou caustique, mais au contraire très-chargé de gas méphitique, au point de faire une vive effervescence avec l'eau forte, même avec le vinaigre, & cela au moment qu'on le tire du vaisseau, & avant qu'il ait été exposé une minute à l'air. Quoique l'*acète de potasse* soit, comme je l'ai dit, rarement exempt lui-même d'une portion d'acide méphitique, il est probable qu'il a été fourni ici, au moins en partie par le vinaigre, pendant sa décomposition. (*Voyez* ci-après l'article ACIDE FORMICIN.)

L'*acète de potasse* a beaucoup d'action sur les huiles; ce qui n'est pas étonnant, puisque l'alkali n'y est pas assez enchaîné pour ne pas attirer le gas méphitique; on le mêle à l'esprit de vin pour aider la dissolution des substances gommeuses & résineuses. Boerhaave assure que l'esprit de vin qui en est chargé dissout entièrement la myrrhe, la laque, la gomme de lierre & autres semblables; c'est, suivant Pott, le seul sel neutre qui ne précipite pas les teintures résineuses, & il le recommande pour la teinture de castoreum.

La table des affinités indique les substances qui décomposent l'*acète de potasse* en s'emparant de son acide, ou de sa base.

ACÈTE DE POTASSE. (*Pharm.*) Ce sel est vulgairement connu sous le nom de *terre foliée de tartre*.

Le procédé à suivre pour sa composition n'a pas moins varié que son nom. L'objet qu'on s'est toujours proposé est de combiner à saturation la potasse la plus pure, ou alkali fixe végétal, avec l'acide acéteux. Mais la potasse la plus pure, tant qu'elle n'est pas crystalisée, contient une terre quartzeuse souvent mêlée de calce, qui gêne la combinaison de l'acide. La dernière de ces terres étant dissoluble par l'acide acéteux, sa présence donne lieu à un mélange d'*acète* calcaire à l'*acète de potasse*; & pour parer à cet inconvénient, les Pharmaciens ont imaginé les manipulations qui font varier les procédés.

La nature de l'acide acéteux les a encore forcés à les diversifier, & l'idée que plusieurs d'entre eux s'étoient faite de la perfection de ce sel, est la cause de la variété de ceux qu'ils ont suivis.

L'acide acéteux le plus pur, le plus radical, contient un principe huileux auquel doivent être, en grande partie, attribuées les propriétés médicinales de l'*acète de potasse*. Cette huile est susceptible de se brûler, de passer à l'état de charbon, de donner au sel une odeur empyreumatique, une amertume considérable, & une couleur plus ou moins brune.

L'adhérence de l'acide acéteux à l'alkali est foible, une chaleur forte suffit pour détruire leur combinaison, &, mettant une portion de l'alkali à nud, rendre l'*acète de potasse* très-âcre.

Ces considérations ont engagé d'une part à multiplier les dépurations par des dissolutions & des filtrations réitérées pour purifier la base de ce sel, à ménager le feu, à employer l'acide acéteux avec excès, dans la crainte de manquer le point de

saturation, & à volatiliser cet acide excédent par la calcination.

Plusieurs artistes & plusieurs médecins croient que la blancheur de ce sel est un signe assuré de sa perfection : d'autres veulent qu'il soit brun, & tandis que pour lui procurer la blancheur, les uns multiplient les dissolutions, les filtrations & les crystallisations, exigent qu'on n'emploie que du vinaigre distillé ; les autres qui ne redoutent pas que ce sel ait une couleur brune, qui le désirent même, regardent ces dissolutions & ces filtrations réitérées comme superflues, & veulent qu'on se serve de vinaigre rouge exactement filtré. La dissolution dans l'esprit-de-vin leur paroit sur-tout une précaution & une dépense inutiles qui rendent ce sel plus cher sans en augmenter les bonnes qualités.

Ce coup-d'œil jetté sur les motifs des différentes opinions des artistes doit suffire pour faire apprécier les différens procédés dont l'exposition se trouve dans les différentes pharmacopées ; &, avant de décrire celui que je crois convenable d'adopter, je ferai observer qu'il seroit à propos de faire deux espèces de ce sel ; que sa qualité savoneuse étant indubitablement due au principe huileux de l'acide acéteux, il est des circonstances où l'on peut désirer que ce principe s'y trouve dans la plus grande quantité possible, & qu'il en est, où n'étant pas si nécessaire, il est moins important que cette espèce d'hepar contienne beaucoup de principe huileux, & même il est avantageux qu'il y entre en moindre proportion, afin qu'il en soit plus roborant excitant.

Les premières de ces circonstances sont celles où les humeurs ont un dégré de viscosité qui exige une substance très-savoneuse pour en faciliter la dissolution ; tels que les engorgemens lymphatiques & bilieux.

Parmi les autres on doit ranger les engorgemens séreux & laiteux, dont la résolution exige un agent plus stimulant, plus capable de réveiller le jeu des organes excrétoires & de procurer des évacuations par les voies urinaires & par les selles.

D'après ces considérations, je pense donc qu'il faudroit avoir dans les boutiques un *acète de potasse* d'un blanc légèrement terne, & un de couleur tirant sur le brun : mais comme il seroit également à craindre que ce sel fût trop blanc, couleur qu'il ne pourroit acquérir qu'aux dépens de sa douceur, & qu'il fût trop brun à raison de la combustion de son huile ; il faut, pour se procurer à volonté l'une ou l'autre de ces espèces de sel, que tout dépende de la qualité de l'acide qu'on aura employé, que le blanc soit le résultat de la combinaison de l'acide acéteux distillé avec de la potasse & le brun celui du même acide non distillé. La préférence que, pour cette espèce-ci, je donne à l'acide acéteux rouge, est conforme à l'opinion de M. Becher, exposée dans la thèse qu'il a soutenue en 1779 à Gottingue. Mais je ne crois pas pouvoir, avec ce savant médecin, donner absolument l'exclusion à l'acide acéteux distillé pour la composition de l'*acète de potasse*.

Dès-lors je pense qu'il convient d'employer pour la composition de cet *acète*, tantôt l'acide acéteux distillé, tantôt l'acide acéteux simplement filtré.

Pour s'épargner l'embarras de séparer de la potasse les terres avec lesquelles ce sel se trouve associé, je voudrois qu'on ne se servît que de potasse méphitisée, c'est-à-dire crystallisée par l'acide méphitique ou air fixe.

Cette dépuration étoit difficile & dispendieuse avant la connoissance des gas & de leurs propriétés. Cartheuser n'y avoit réussi qu'en mêlangeant de l'alkali volatil méphitisé avec de l'alkali fixe ; mais on peut l'opérer à peu de frais à l'aide de l'acide méphitique. *Voyez* POTASSE.

Prenez donc potasse méphitisée, quantité suffisante ;

Versez-y peu à peu de l'acide acéteux de la qualité convenable au sel que vous désirez avoir ; agitez le mêlange pour favoriser la combinaison de l'acide & de l'alkali ; mettez même le vaisseau où se fait l'opération sur un bain de sable un peu chaud. Il y aura beaucoup d'effervescence, si l'acide est bien concentré, & si l'on a employé la potasse méphitisée, & très-peu, si celle-ci n'est pas aérée & si l'acide est distillé ou très-délayé ; laissez-là se calmer avant de verser de nouvel acide, portez la quantité du dissolvant jusqu'à saturation parfaite ; appréciez cette saturation par les moyens connus ; filtrez la dissolution, & faites-là évaporer à un feu très-doux : lorsque le sel commence à paroitre, on achève l'évaporation au bain-marie, & l'on a soin de remuer la masse saline à mesure qu'elle se desséche.

Ce sel doit être doux au toucher, savoneux, d'une saveur legèrement piquante, sans qu'on y démêle rien d'âcre ni d'empyreumatique. Les crystaux ont ordinairement la forme écailleuse micacée ; mais quand ils seroient informes, il ne faudroit pas en conclure qu'ils seroient imparfaits ; cependant, comme on désire en général cette configuration dans leurs crystaux, & que de cette figure il a pris le nom de *terre foliée*, on peut, pour la lui procurer, employer le moyen imaginé par M. de la Garraye pour la crystallisation de ses sels essentiels, saisir le moment où la dissolution paroit disposée à crystalliser, la faire tomber sur des assiettes modérément échauffées au bain-marie, & recueillir les crystaux avec les précautions indiquées par M. de la Garraye.

On renferme ce sel dans des bouteilles exactement bouchées, parce qu'il est très-déliquescent, & lorsqu'on est dans le cas d'en peser, on doit avoir attention de bien essuyer le goulot, pour prévenir l'effet de l'humidité qui pourroit s'introduire dans le flacon. Lorsqu'il est tombé en déliquescence, on le nomme *arcane*, ou *sel secret de tartre* ;

on le trouve dans quelques boutiques sous le nom de *liqueur de terre foliée*.

Cet *acéte de potasse* est dissoluble dans l'eau & dans l'esprit de vin. L'on peut profiter de cette propriété pour le conserver en liqueur ; l'on appellera la dissolution aqueuse, *liqueur d'acéte de potasse*, & l'on donnera à la spiriteuse, le nom d'*alkohol d'acéte de potasse*. Nous donnerons à l'article ALKOHOL, la manière de le préparer. Voici la manière de procéder à la formation de la liqueur aqueuse.

Prenez acéte de potasse bien desséché, deux onces.

Dissolvez-le dans eau distillée, six onces ; laissez en digestion à une chaleur douce, & filtrez ensuite la liqueur que vous conserverez.

Boerhaave donne la formule d'un *acéte de potasse* liquide, qui diffère de celui-ci par un moindre degré de pureté, & peut, sans grand inconvénient, lui être substitué.

On prend, cendres gravelées, deux onces ;

De très-fort acide acéteux bouillant, trente onces ;

On verse cet acide sur les cendres gravelées, on filtre la dissolution, on la fait épaissir par l'évaporation sur le feu, & on la conserve pour l'usage.

On suit à-peu-près le même procédé dans quelques hôpitaux militaires, en saturant de l'acide acéteux blanc par la potasse déliquescente, ou ce qu'on appelle dans le commerce, *huile de tartre*, qui est essentiellement le même sel que la cendre gravelée.

L'*acéte de potasse* est, comme il a été dit ci-dessus, un apéritif savoneux ; mais indépendamment de sa propriété dissolvante, il devient purgatif, ou diurétique, suivant la dose à laquelle il est administré.

Lorsqu'on veut le donner comme un simple altérant, sans produire d'évacuation sensible, sa dose est de vingt-quatre grains à demi-gros ; il est diurétique de un gros à deux gros, & purgatif de deux gros à six & même plus.

Comme ce sel irrite peu, on peut l'employer avec succès, & sans inquiétude comme purgatif dans les affections hypocondriaques & hystériques.

C'est dans des bouillons, dans des apozemes, dans des tisannes ou des potions qu'on donne l'*acéte de potasse ;* sa déliquescence empêche qu'on ne le fasse entrer dans les préparations solides, telles que les bols ou les opiates.

La liqueur d'*acéte de potasse*, soit par déliquescence, soit par dissolution dans l'eau distillée, se donne dans les même cas & dans les mêmes proportions, suivant les effets qu'on attend de son usage : la goutte de cette liqueur équivaut, à peu de chose près, à un grain de cet *acéte*.

On pourroit avec avantage préparer officinalement un *acéte de potasse*, dont la vertu diurétique seroit augmentée par la combinaison de l'acide méphitique. Tout consisteroit à faire la combinaison de la potasse & de l'acide acéteux dans un vaisseau fermé, & à favoriser la dissolution de l'acide méphitique dans le menstrue aqueux dont on auroit fait choix pour être le véhicule de l'*acéte*. Par exemple :

Prenez quatre onces d'eau distillée de pariétaire ou d'une infusion de fleurs d'orties ou de quelque végétal diurétique ; remplissez-en une bouteille ; mettez-y,

Potasse méphitisée, six grains ;

Acide acéteux distillé, un gros.

Fermez sur le champ la bouteille avec un bouchon de liége qui en remplisse exactement le goulot ; agitez-là, renversez-là sur son bouchon, & après une heure environ de repos, vous aurez une eau chargée d'*acéte de potasse* & d'acide méphitique, & qui réunira à une propriété diurétique celle d'un anti-septique.

On peut, en augmentant les doses de ces ingrédiens dans les mêmes proportions, rendre cette potion plus active ; & c'est au médecin à les doser, suivant les indications qu'il veut remplir, & l'état de son malade.

On verra à l'article SEL D'ABSINTHE, & POTION DE RIVIÈRE, que cette potion célèbre doit son efficacité à la même combinaison d'acide méphitique avec le citrate de potasse.

M. Lewis, dans sa pharmacopée, dit que deux gros de potasse saturés d'acide acéteux distillés & donnés étendus dans une livre d'eau, ont guéri des hydropiques en leur procurant dix à douze selles & une abondante excrétion d'urine. J'ai essayé cette combinaison ; j'ai trouvé que cette quantité de potasse exigeoit, pour sa saturation, deux onces un gros & demi d'acide acéteux, & que les malades ont eu d'abondantes évacuations par les selles & par les voies urinaires.

ACÉTE DE SOUDE. Sel formé de l'acide acéteux & de l'alkali fixe minéral. La propriété qui le différencie le plus sensiblement de l'acéte de potasse, est une crystallisation permanente ; on lui avoit en conséquence donné le nom de *terre foliée crystallisée*. L'impropriété frappante de cette dénomination avoit déjà engagé les auteurs des élémens de Chymie de l'académie de Dijon, & M. Fourcroy à lui substituer celle de *sel acéteux minéral*.

L'*acéte de soude* se crystallise en prismes striés assez semblables au vitriol de soude. M. Westendorf a remarqué que ce sel préparé avec l'acide très-concentré, qu'il appelle vinaigre fumant, ne donnoit pas aussi facilement des crystaux.

Pour obtenir la crystallisation de l'*acéte de soude*, on évapore la liqueur jusqu'à pellicule, & on la porte dans un lieu frais. M. Baumé recommande d'y laisser un peu d'alkali par excès, parce qu'autrement la liqueur deviendroit syrupeuse, & ne donneroit pas de crystaux, même dans l'espace de plusieurs mois ; cela n'empêche pas, suivant ce Chymiste, que ce sel crystallisé dans une liqueur alkaline ne soit parfaitement neutre, lorsqu'il est bien égoutté sur le papier gris. Enfin il attribue la prompte crystallisation par ce procédé à la propriété qu'ont certains sels de se précipiter l'un par

l'autre. J'ai lieu de croire que M. Baumé a tiré ici une conclusion trop générale d'un fait dont il n'avoit pas apperçu la véritable cause : il est bien possible, sans doute, que certains sels en précipitent d'autres dans la dissolution aqueuse, c'est une affinité dont nous donnerons des exemples; mais dans le cas particulier, il suffiroit que la liqueur eût une consistance syrupeuse, pour que l'on ne dût plus attendre de crystallisation, parce que cet état visqueux, qui est lui-même le produit d'une crystallisation confuse & précipitée, empêche le mouvement des particules salines, & fixe une portion du fluide qui y est interposé.

Il a fallu à M. Wenzel 367 $\frac{1}{2}$ parties de son vinaigre pour en saturer 120 d'alkali minéral extemporané, privé de toute eau par le feu, tenant seulement $\frac{1}{2}$ partie de terre blanche & 48 de gas méphitique; d'où il a tiré les proportions d'acide acéteux & de base alkaline dans cette composition :: 240 : 157 $\frac{1}{2}$.

L'*acéte de soude* est d'une saveur piquante tirant à l'amer. Il n'est ni déliquescent ni efflorescent.

Lorsqu'on l'expose au feu, il laisse aller une partie de son eau de crystallisation, & donne une masse crystalline qui coule à la chaleur, & qui redevient solide en refroidissant.

Poussé au feu de distillation dans une cornue, il se comporte comme l'acéte de potasse, néanmoins avec ces différences très-remarquables : 1°. qu'après le flegme insipide, on obtient un peu de liqueur acide, ce qui annonce que le vinaigre n'est pas aussi fortement retenu par la soude que par la potasse, quoique celle-ci ne produise qu'un sel déliquescent & susceptible de se décomposer à l'air.

2°. Que l'on ne trouve point dans le ballon d'alkali volatil, ce qui établit des caractères distincts entre les deux alkalis fixes pour la production de l'ammoniac.

Le résidu de la distillation est une masse alkaline noircie par le charbon du vinaigre qui s'est brûlé; la lessive de ce résidu fait une vive effervescence avec les acides, comme celle du résidu de distillation de l'acéte de potasse.

ACÉTE DE SOUDE. (*Pharm.*) Ce sel, dont on doit particulièrement la connoissance à M. Baron, a été nommé anciennement *terre foliée crystallisée*; il ne diffère point de l'acéte de potasse, quant aux propriétés médicales. Il a été jusqu'à ce jour très-rarement employé, & mériteroit de l'être par une qualité particulière qui en rend l'usage plus commode; il n'est point déliquescent, & peut être conservé sous la forme crystalline.

On le prépare suivant le même procédé que l'acéte de potasse, en combinant l'acide acéteux avec la soude privée de son quartz, de son calce & de sa terre martiale par des dissolutions, filtrations & crystallisations réitérées. La seule différence, c'est qu'il faut qu'il y ait surabondance d'alkali, suivant la remarque de M. Baumé, lorsqu'on veut obtenir ce sel en beaux crystaux,

Ce sel n'étant pas déliquescent, on peut ne pas prendre, pour le conserver, les mêmes précautions que pour l'acéte de potasse, il suffit de le préserver du contact de l'air.

Comme je ne connois personne qui ait employé cet acéte, & que je n'en ai point fait usage, je ne peux désigner la dose sous laquelle on doit le donner. Mais je crois qu'elle doit être moins forte que celle de l'acéte de potasse.

Premièrement, parce que la soude est moins fondante que la potasse.

Secondement, parce que celui de soude contient sous le même volume, plus d'alkali que celui de potasse. En effet, cent grains de soude n'exigent, pour leur saturation qu'une once, un gros & deux grains d'acide acéteux, dont la densité est à peu près égale à celle de l'eau distillée, & sept gros quatre grains de celui qui est à l'eau distillée comme 1016,761 : 1000; tandis que la saturation de la même quantité de potasse n'est parfaite qu'avec deux onces, un gros & cinquante neuf grains du premier de ces acides & une once trois gros, cinquante-huit grains du second.

Qu'ainsi l'on pourroit donner celui-ci au plus à la dose de vingt grains, comme apéritif.

A celle de soixante-seize, comme diurétique, & à demi-once, en qualité de purgatif.

ACÉTE D'ÉTAIN. Sel formé de l'acide acéteux uni à l'étain. Lémery a parlé de cette combinaison; il recommande d'employer de l'étain calciné, & paroit même supposer que sans cette calcination, il n'y auroit pas de dissolution; mais M. Margraff a fait voir que le vinaigre attaquoit l'étain en état de métal. En effet, que l'on fasse bouillir du vinaigre distillé sur de l'étain en limaille ou sur des rognures d'étain en feuille, la liqueur ne tardera pas à prendre cette couleur blanchâtre tirant à l'opale qui caractérise les dissolutions de ce métal.

La liqueur filtrée donnera un précipité blanc par l'addition de l'alkali; j'ai reconnu, ainsi que M. Westendorf, qu'elle déterminoit le précipité pourpre dans la dissolution d'or.

Suivant Lémery, cette dissolution d'étain est susceptible de donner des crystaux, lorsqu'après l'avoir évaporée aux trois quarts, on la laisse pendant trois ou quatre jours en repos dans un lieu frais. Mais MM. Monnet, Westendorf & Wenzel assurent qu'elle est incrystallisable, & que lorsque l'on pousse l'évaporation, elle prend une consistance gommeuse. M. Monnet ajoute qu'elle répand sur la fin une odeur désagréable, & M. Wenzel croit que le résidu sec n'est autre chose que de la chaux d'étain.

Quelque imposant que fût le témoignage réuni de ces trois Chymistes, j'ai soupçonné que la dissolution acéteuse d'étain pouvoit bien ne leur avoir paru incrystallisable que par la difficulté de conduire l'évaporation assez doucement pour que les molécules crystallines pussent céder à leur attrac-

tion respective, parce que nous verrons que cet état gommeux des sels ne vient, ou que d'une crystallisation rapide & confuse, ou que d'une partie non dissoute qui reste suspendue dans la liqueur; cette dernière cause peut concourir ici quand la dissolution est rapprochée à un certain point; car il s'en sépare alors un peu de terre métallique; mais je puis assurer, d'après ma propre expérience, que l'on parvient à crystalliser l'*acète d'étain*; ayant apperçu quelques petites aiguilles dans une évaporation où je réglois le feu à volonté, en élevant la capsule placée sur un rechaut à l'esprit-de-vin; je pris la résolution de tenter cette crystallisation à l'air libre, je mis la dissolution dans une capsule très-évasée, & je trouvai, quatre jours après, des prismes aiguillés, grouppés en bouquets sur les bords.

M. Wenzel a essayé de déterminer les quantités d'étain en métal & en chaux que pouvoit dissoudre cet acide; il a fait digérer, pendant trois jours, 960 grains de son vinaigre sur 60 grains de limaille d'étain, à la plus forte chaleur que puissent supporter des vaisseaux fermés sans se rompre; il l'a fait bouillir ensuite pendant deux minutes, & il a trouvé que l'acide n'en avoit pris que quatre grains: d'où il conclut que la proportion dans laquelle l'étain s'unit avec le plus fort acide acéteux est :: 3 $\frac{1}{11}$: 240.

La même quantité d'acide n'a pris, par le même procédé, que $\frac{17}{8}$ grains de la terre de ce métal précipitée par l'alkali & bien édulcorée; ce qui se rapporte à ce que dit M. Monnet, que la dissolution a été moins chargée quand il a employé la chaux d'étain.

M. Baumé a observé que la dissolution d'étain déposoit insensiblement le métal; cette inconstance est une nouvelle preuve du peu d'adhérence de cette substance métallique avec ce dissolvant.

La plupart des métaux précipitent l'étain de cette dissolution en état de chaux.

Si on verse de l'eau chargée d'acide méphitique dans la dissolution acéteuse d'étain, elle y occasionne un peu de précipité blanc jaunâtre; cette observation est tirée des tables de M. Achard. Elle peut servir à expliquer pourquoi la dissolution acéteuse d'étain dépose spontanément; car si l'eau gaseuse la décompose, le gas méphitique de l'athmosphère peut à la longue produire le même effet. Il est probable que toutes les dissolutions que l'on appelle non-permanentes sont dans le même cas; c'est-à-dire de vraies précipitations par affinité supérieure du gas aérien.

Acète de Zinc. Sel formé de l'acide acéteux & du zinc unis jusqu'à saturation.

Glauber, Schwedembourg & Respour ont parlé de la combinaison du zinc avec le vinaigre.

Le vinaigre, même ordinaire, comme le dit M. Pott, attaque très-promptement le zinc; mais ce que tous ces Chymistes n'ont point observé, c'est qu'il se dégage, pendant la dissolution, une quantité considérable de gas inflammable; Henckel a seulement remarqué qu'elle répandoit une odeur très-agréable, qu'il compare à celle du narcisse.

La dissolution se fait sans le secours de la chaleur; si on jette de la limaille de zinc dans un flacon rempli au quart de vinaigre distillé, & qu'on laisse le tout en repos pendant quelques heures; il suffira de présenter une chandelle à l'orifice du flacon, au moment qu'on le débouchera, pour produire une détonation par l'inflammation subite d'un vrai gas fulminant, mêlé à l'air atmosphérique qui étoit renfermé dans la partie vuide du flacon.

Le vinaigre dissout de même très-facilement la chaux, les fleurs & les précipités de zinc.

M. de Lassonne dit avoir employé six gros de vinaigre radical pour dissoudre deux gros de limaille de zinc, & que cette dissolution fut accompagnée d'une vive effervescence. Il a fallu à M. Wenzel 240 parties de son vinaigre pour en dissoudre 57 parties; d'où il a tiré la proportion de l'acide pur avec cette base métallique :: 240 : 195 $\frac{1}{4}$.

Toutes ces dissolutions sont permanentes, elles ont une saveur métallique amère; elles donnent, par l'évaporation, un sel crystallisé en lames rhomboïdales, quelquefois en lames hexagones allongées. Ce sel a un coup d'œil talqueux; il est blanc quand le zinc est pur; il est jaunâtre lorsqu'il n'a pas été privé de la portion de fer qu'il tient communément.

L'*acète de zinc*, mis sur les charbons, s'allume & donne une flamme bleue. Il se décompose en vaisseaux clos; traité à la distillation, il donne un peu de flegme à peine acide, les stries paroissent comme dans la distillation de l'éther, & il passe un esprit inflammable chargé de quelques gouttes d'une huile jaune, qui s'en sépare lorsqu'on ajoute de l'eau. Sur la fin, il se sublime des fleurs de zinc, & M. Pluvinet assure que ce sublimé est moins considérable quand ce sel a été préparé avec les fleurs de zinc, ce qui annonce que ce demi métal peut être uni à l'acide acéteux avec plus ou moins de phlogistique.

M. de Lassonne assure que l'*acète de zinc* préparé avec le vinaigre radical, exposé seul dans une cornue de verre, à un feu de réverbère, se sublime en entier sans être altéré ni décomposé, & ne laissant qu'un peu de sédiment noirâtre dans le fond du vaisseau.

L'*acète de zinc* ne s'effleurit point à l'air & n'en attire pas l'humidité.

Il se dissout dans l'eau sans se décomposer.

La table des affinités indique les substances qui peuvent lui enlever son acide ou sa base. M. Achard place la dissolution acéteuse de zinc au nombre de celles qui ne sont point troublées par l'eau chargée de gas méphitique,

Acète de zinc. (*Pharm.*) Il est reconnu par l'expérience que le zinc pris intérieurement en état métallique fatigue l'estomach &, quelquefois même, excite des vomissemens, quoiqu'à petite

dose. L'usage que j'ai fait faire de ses fleurs, m'a prouvé qu'elles n'ont pas le même inconvénient; une équivoque en fit avaler à une malade fort délicate un gros, sans qu'elle en fût incommodée. Son séjour dans l'estomach produisit seulement un foible sentiment de pesanteur pendant quelques minutes. J'en conclus qu'on pouvoit être plus hardi que Gaubius & donner ces fleurs à plusieurs grains à la fois, & je les ai portées souvent à six grains & plus. Une autre conséquence que je me crois autorisé à en tirer, c'est que la propriété vomitive du vitriol de zinc (*gilla vitrioli*) doit probablement être attribuée à l'acide vitriolique dont la force attractive est très-énergique, & qu'il est à présumer que l'*acéte de zinc*, dont l'acide n'est pas à beaucoup près aussi attractif que le vitriolique, pourroit être employé sans inquiétude & avec succès dans les maladies hypocondriaques & hystériques. Je ne connois point d'observations qui puissent appuyer cette conjecture, ni déterminer les doses de l'*acéte de zinc*. Il est à présumer que M. de Lassonne, qui a beaucoup travaillé sur le zinc en chymiste savant, ne laissera pas échapper les occasions de constater les propriétés de l'*acéte de zinc*.

Acéte d'or, sel formé de l'acide acéteux uni à la terre métallique de l'or.

Cette combinaison a été tentée par les anciens Chymistes, Schroeder & Juncker en ont fait mention; les uns dissolvoient l'or dans l'eau régale, l'amalgamoient avec le mercure, & obtenoient ensuite, par l'évaporation à une douce chaleur, une chaux pourpre qu'ils employoient à cette dissolution; les autres ajoûtoient du soufre au mercure pour la calcination.

Le vinaigre n'attaque pas l'or en état de métal; cependant M. Pluvinet, dans sa savante dissertation en forme de thése *de fermentatione spirituosâ & acetosâ*, dit, qu'ayant mis 2 grains d'or en feuille dans six onces de vinaigre, il les trouva dissous au bout d'un mois, & il renvoie à une dissertation de M. Gebaver, publiée en 1748, dont le témoignage lui avoit sans doute inspiré l'idée de cette tentative; mais un fait de cette nature ne peut être admis qu'après avoir été confirmé par plusieurs expériences répétées sur des quantités plus considérables.

Pour préparer l'acéte d'or, on dissout ce métal dans l'eau régale, on le précipite par un alkali, on édulcore le précipité & on le fait digérer avec le vinaigre.

M. Bergman a fait voir que la dissolution acéteuse d'or, donnoit l'or fulminant quand on la précipitoit par l'alkali volatil.

Au reste, on a peu examiné les propriétés de ce sel; M. Wenzel n'a point essaié de déterminer les proportions de sa composition.

Acéte magnésien, sel formé de la magnésie unie à l'acide du vinaigre. Il n'a pas été connu des anciens Chymistes, on ne distinguoit point la magnésie du calce, avant les expériences de MM. Black & Margraff.

La magnésie se dissout, même à froid, dans le vinaigre, & cette dissolution est accompagnée d'une effervescence, à moins que la magnésie n'ait été calcinée ou privée de son gas méphitique par les acides.

M. Wenzel a dissous 86 grains de magnésie dans 240 grains de vinaigre très-concentré, préparé pour ses essais, & en déduisant l'eau & le gas de la magnésie, il a trouvé que la proportion dans laquelle la magnésie pure s'unissoit à l'acide acéteux, étoit à-peu-près : : $123\frac{1}{4}$: 240.

On n'a pû parvenir encore à crystalliser l'acéte de magnésie, ce qui établit une différence bien frappante entre ce sel & l'acéte calcaire, & peut servir à faire reconnoître la vraie magnésie. La dissolution poussée à l'évaporation laisse une masse visqueuse, qui devient solide en réfroidissant, & qui attire ensuite l'humidité de l'air. J'ai peine à croire que cette déliquescence ne soit pas occasionnée, du moins en partie, par l'affinité simultanée du gas méphitique. Cependant M. Bergman assure précisément que ce gas ne décompose pas l'acéte de magnésie.

La dissolution acéteuse de magnésie a une saveur sucrée très-sensible, dans laquelle on distingue ensuite quelque chose d'amer.

Elle s'étend dans l'eau sans se décomposer; elle se mêle très-bien à l'esprit-de-vin; elle laisse aller son acide à la distillation; la table des affinités indique les substances qui lui prennent son acide ou sa base.

Acéte magnésien, (*Pharm.*) on n'a pas encore fait usage de ce sel en médecine, du moins je ne connois aucun auteur qui en ait parlé comme l'ayant emploié; mais à juger par son goût sucré, tirant à l'amer, peu désagréable, par la nature de ses parties constituantes, & d'après l'analogie, il semble qu'on pourroit le donner comme apéritif savoneux, comme diurétique & purgatif, & même en porter la dose très-loin.

Acéte martial, sel formé de l'union de l'acide acéteux avec le fer.

La limaille de fer se dissout très-bien dans le vinaigre, il a même un léger mouvement d'effervescence quand cet acide est concentré & qu'on favorise son action par la chaleur de la digestion; cette effervescence est produite par le gas inflammable qui se dégage. La dissolution est d'abord claire, mais elle passe bientôt au rouge, & avant que la saturation soit parfaite, elle laisse précipiter une portion de terre métallique en forme de chaux brune.

Cette dissolution, laissée à l'air libre, se couvre d'une pellicule épaisse qui tombe insensiblement au fond du vaisseau, & il s'en reforme bientôt une nouvelle, jusqu'à ce que tout le métal dissous soit ainsi précipité. Elle est cependant susceptible de crystallisation, Juncker a parlé de cette propriété, M.

M. Wenzel en a obtenu de petits cryſtaux oblongs par l'évaporation à une chaleur douce ; M. Monnet a obſervé la même cryſtalliſation, en laiſſant refroidir la liqueur filtrée & rapprochée à un certain point par l'évaporation. Mais la plus grande partie de la liqueur eſt toujours en conſiſtance d'extrait.

Suivant M. Wenzel 240 grains de vinaigre très-concentré, diſſolvent 54 grains de limaille de fer ; ce qui donne la proportion dans laquelle ce métal ſe combine avec l'acide : : 186 $\frac{2}{3}$: 240.

M. Scheffer dit, que le vin du Rhin diſſout auſſi le fer & donne une teinture noirâtre.

Le vinaigre diſſout également les chaux & précipités de fer, & même la mine de fer ſpathique, & ces diſſolutions ſont d'un beau rouge vineux. Mais il faut faire attention que ces chaux martiales ne ſont attaquées qu'autant qu'elles retiennent une certaine quantité de phlogiſtique, quoiqu'elle ne ſoit pas ſuffiſante pour leur conſerver la propriété magnétique. La preuve en réſulte de ce que le fer complettement calciné eſt inattaquable par le vinaigre, & nous verrons que cette obſervation fournit de très-bons procédés d'analyſe, pour ſéparer, par exemple, le fer de la manganèſe.

Les diſſolutions acéteuſes de chaux de fer ſont plus permanentes & moins ſujettes à ſe troubler, ce qui vient, ſans doute, de ce qu'elles reſtent avec excès d'acide par défaut d'une quantité ſuffiſante de phlogiſtique, pour favoriſer une ſaturation momentanée.

L'acète martial eſt d'une ſtypticité douceâtre, l'eau le décompoſe en partie, le feu chaſſe ſon acide & il ſe réduit ſur les charbons en une chaux de couleur de tabac d'Eſpagne, qui conſerve ou qui reprend aſſez de phlogiſtique pour être ſoluble dans les acides & attirable à l'aimant, lorſqu'on ne lui a pas fait ſubir une trop forte calcination.

M. le duc d'Ayen a obſervé que le vinaigre n'emportoit aucune partie de fer à la diſtillation, c'eſt un puiſſant motif de tenter la rectification de l'acide acéteux par ce procédé, ſur-tout pour l'uſage intérieur, parce que, même en ſuppoſant qu'il eût pu monter quelques parcelles de fer dans une diſtillation mal conduite, il n'en pourroit réſulter aucun danger. M. Gellert dit à la vérité que ſi on diſtille du vinaigre qui tient du fer en diſſolution, on n'obtient qu'une liqueur aqueuſe très-altérée ; mais en traitant l'acète martial en cryſtaux, ou ſeulement la diſſolution très-rapprochée, il y a lieu de croire qu'on obtiendroit un acide aſſez fort, & qu'il ne feroit nullement altéré, ſi on avoit l'attention d'arrêter à temps la diſtillation.

M. Achard a placé la diſſolution acéteuſe martiale, au nombre de celles qui ne ſont pas troublées par l'eau chargée de gas méphitique.

La table des affinités fera connoître les moyens de décompoſition de l'acète martial. Ce ſel eſt, comme tant d'autres, abſolument inconnu en médecine. M. Scheffer recommande cependant la diſſolution acéteuſe martiale contre les vers & dans les maladies phlegmatiques ; j'ai penſé qu'on me ſauroit gré de placer ici ce conſeil que nos médecins n'iront ſurement pas chercher dans l'ouvrage de ce ſavant Suédois.

Nous verrons que la diſſolution acéteuſe martiale, peut être employée très-avantageuſement dans la teinture, ainſi que l'ont annoncé MM. les académiciens de Dijon.

Acète martial, (*Pharm.*) La diſſolution du fer par l'acide acéteux, offre un moyen de porter dans le ſang une chaux martiale très-diviſée & ſuſceptible de ſe combiner avec nos humeurs, de s'y aſſimiler & de leur rendre la conſiſtance qu'elles ont dans l'état ſain. Le principe huileux, qui n'abandonne jamais entiérement l'acide acéteux, rend l'acète martial un ſel ſavoneux dont la qualité diſſolvante eſt très-efficace, & le peu de cauſticité de cet acide en rend l'activité peu redoutable. Auſſi devroit-on préférer cette préparation de fer à la plupart de celles qui ſont en uſage, & la donner dans tous les cas où l'on pourroit craindre de trop exciter le jeu des ſolides.

Ce remède eſt encore très-peu employé, mais il mérite de l'être. On pourroit le donner à la doſe d'un demi gros dans une livre d'eau pure & faire de ce mélange une boiſſon ordinaire.

Fuller prépare un acète de fer par la digeſtion froide durant trois jours, de limaille d'acier une once, acide acéteux douze onces; il filtre la diſſolution & la réſerve pour faire un oxymel, ou acète de miel qu'il ſurnomme Calybé. *Voyez* Oxymel martial.

En faiſant évaporer l'acète de fer, on obtient un magma qui, porté à déſiccation, donne un ſel informe qu'on pourroit employer dans les mêmes cas où convient ſa diſſolution, & à la doſe *de cinq à ſix* grains, & même juſqu'à vingt & plus.

Les médecins de Leyde ont une autre acète de fer, qu'ils nomment *acier préparé avec acide* & qui eſt une eſpèce de ſafran de mars, où le fer eſt combiné avec une très-petite quantité d'acide acéteux.

Ils ordonnent d'arroſer de vinaigre concentré de la limaille d'acier, & de faire deſſécher le mélange au ſoleil, & de réitérer les irrorations & les déſiccations juſqu'à ce que le fer ſoit abſolument décompoſé, & enſuite de le réduire en poudre impalpable ſur le porphyre, en l'arroſant d'eau de canelle.

Schroeder a imaginé un acète de fer, auquel il donne le nom de *ſel de mars doux*, qui ne diffère pas eſſentiellement de celui dont il vient d'être queſtion, mais ſeulement par une plus grande quantité d'acide & par ſa forme cryſtalline. Voici le procédé qu'il a ſuivi.

Prenez de la limaille de fer, arroſez la d'acide acéteux diſtillé, juſqu'à en former une pâte que vous ferez deſſécher.

Vous réduirez cette pâte en poudre après ſa déſiccation, puis vous l'arroſerez de nouveau avec

du vinaigre, & après plusieurs semblables & successives irrorations, désiccations & triturations, jusqu'à ce que la masse ait une couleur noirâtre uniforme, vous délayerez cette masse dans de l'acide acéteux, affoibli au point d'être à l'eau distillée comme 1010 : 1000. Vous ferez bouillir la liqueur à réduction de moitié, vous la filtrerez, vous ferez évaporer au bain-marie jusqu'à siccité, puis ferez digérer le résidu dans l'esprit-de-vin & ferez distiller ce mélange; vous trouverez au fond de la cucurbite le sel que vous conserverez, pour l'usage, dans une bouteille bien bouchée.

Schroeder assure que ce sel est un apéritif efficace, mais peu irritant, qui convient dans les engorgemens de la matrice, & dans les obstructions des viscères. Je pense comme lui, par les raisons que j'ai données en parlant de l'*acéte martial*, qui ne diffère de celui-ci qu'en ce qu'il n'est pas régulièrement crystallisé; il n'en détermine pas la dose, mais il est à présumer qu'on peut donner ce sel dans un véhicule approprié, à la dose de six grains à vingt-quatre.

Acéte mercuriel, sel formé de l'union du mercure avec l'acide acéteux.

Le vinaigre n'attaque pas le mercure en état de métal, c'est un fait sur lequel tous les Chymistes sont d'accord, cependant M. Gebaver, dans sa dissertation *de aceto*, publiée à Erland, en 1748, assure que six onces de vinaigre peuvent prendre dans une longue digestion 4 grains de Mercure; je ne connois cet ouvrage que parce qu'en rapporte M. Pluvinet, il est même étonnant qu'il ne se trouve pas indiqué dans les catalogues de MM. Spielman & Weigel. L'oubli dans lequel il paroit tombé en l'Allemagne est une raison de plus de suspendre son jugement sur la vérité de cette observation.

Les chaux & précipités de mercure se dissolvent facilement dans le vinaigre, Schroeder fait mention de cette combinaison formée avec le précipité rouge ou le mercure calciné par l'acide nitreux; M. Margraff l'a produite avec le mercure précipité de l'acide nitreux par l'alkali; & M. Hellot a le premier observé qu'elle réussissoit très-bien avec le précipité *per se* ou chaux de mercure par le feu.

Enfin, M. Keyser est parvenu a produire la même combinaison, en employant le mercure en état métallique, par le secours d'une préparation qui lui étoit particulière; elle consistoit, suivant M. Navier, à agiter violemment le mercure pendant plusieurs jours dans une bouteille de verre dont les $\frac{4}{5}$ restoient vuides, le mercure se changeoit par cette agitation en une poudre d'un rouge brun qui se dissolvoit facilement dans le vinaigre, même à froid. Quelques Chymistes attribuent cette dissolubilité à la grande division du métal, mais il est aisé de voir que ce n'est pas ici une simple division méchanique, la couleur même de la matière pulvérulente indique une vraie calcination, parce que, comme l'a très-bien remarqué M. Pluvinet, cette couleur appartient aux chaux de mercure; la division n'est donc réellement que le moyen qui favorise la calcination. Cette calcination n'étant jamais bien complette, on ne peut guères s'assurer par ce procédé de la saturation exacte du vinaigre, ni par conséquent doser en grand le dissolvant & le dissolvende; & de-là vient que les pillules de Keyser ne produisoient pas constamment les mêmes effets; on aura au contraire un remède très-fidèle lorsqu'on employera dans de pareilles compositions l'acéte mercuriel préparé avec le précipité; & à supposer qu'il y reste quelques atômes du premier dissolvant ou de la matière précipitante, cet inconvénient sera infiniment moindre, parce que la première qualité d'un remède est d'être constamment identique dans ses effets.

On met dans un matras un gros de mercure précipité de l'acide nitreux par la potasse, on verse dessus environ deux livres de vinaigre distillé ordinaire, on fait chauffer le mélange au bain de sable, sans le faire bouillir, ayant soin de remuer souvent; on filtre la liqueur tandis qu'elle est chaude, elle fournit, en se refroidissant, un sel qui se crystallise très-promptement, ces crystaux sont de petites lames minces, brillantes & argentines. M. Pluvinet les ayant examinés à la loupe, a remarqué qu'ils étoient hérissés de pointes très-subtiles.

Le précipité qu'on a obtenu par l'alkali méphitisé, se dissout bien plus facilement que celui qu'on a eu par l'alkali caustique. Ce ne peut-être qu'avec le premier que M. Baumé a vu la dissolution s'opérer très-rapidement & avec vive effervescence.

A mesure que les crystaux se forment, on décante la dissolution & on fait égouter le sel sur le papier gris. La liqueur restante ne donne, par l'évaporation, qu'une espèce de poudre jaune ou turbith.

M. Wenzel a dissous, dans 240 grains de son vinaigre, 74 grains de mercure précipité de l'acide nitreux par la potasse, & comme il estime qu'il n'y a dans 240 grains de ce précipité que 225 $\frac{7}{8}$ grains de mercure coulant, il conclut la proportion dans laquelle ce métal s'unit au vinaigre : : 240 $\frac{1}{7}$: 240.

On a dit, dans les élémens de Chymie de Dijon, que le vinaigre agissoit également sur le turbith minéral, cependant M. Westendorf ayant tenté cette dissolution, ne put en obtenir des crystaux.

On produit encore très-bien l'*acéte mercuriel* par double affinité, en mêlant, par exemple, 6 gros d'acéte de potasse avec 3 gros de dissolution nitreuse de mercure; il y a décomposition, & l'*acéte mercuriel* se crystallisant avant le nitre en beaux feuillets talqueux, se sépare aisément, mais il faut pour cela que les liqueurs soient très-concentrées.

L'*acéte mercuriel* a une saveur désagréable mêlée d'astriction, qui excite le crachotement.

Il se dissout difficilement dans l'eau, ou plutôt il s'y décompose, suivant l'observation de M. Monnet, en déposant une poudre jaune; mais si l'eau

est rendue acide par un peu de vinaigre, il s'y dissout parfaitement.

Ce sel est sujet à noircir à l'air libre, ce qui oblige de le tenir dans des vaisseaux bien fermés.

Mis sur les charbons, il répand une odeur de vinaigre ; & si le feu est assez fort, le mercure se volatilise en état de métal. Lorsqu'on le traite à la cornue, le résidu est une espèce de pyrophore.

Le zinc, le fer, le plomb & le cuivre précipitent le mercure de cette dissolution en état de métal.

La table des affinités indique les substances qui lui enlèvent son acide ou sa base. M. Achard ayant versé de l'eau chargée de gas méphitique dans la dissolution acéteuse de mercure, il y eut un peu de précipité bleu en flocons.

Acète mercuriel. (*Pharm.*) Quoique l'on puisse obtenir cet acète par la dissolution de toutes les chaux de mercure, & que l'acide acéteux, dans les dragées de Keyser se soit probablement uni à la terre mercurielle, réduite en une espèce de chaux par une excessive agitation, je crois que le meilleur procédé à suivre dans sa préparation est de verser dans la dissolution nitreuse, des crystaux d'acète de soude, ou de potasse, ou leur dissolution, la double affinité opère sur le champ la crystallisation de ce sel qui tombe au fond du vase ; on décante la liqueur de laquelle on peut retirer par l'évaporation du nitre ordinaire, ou du nitre de soude, on lave ce sel à grande eau, son indissolubilité empêche qu'on n'en fasse aucune perte ; on le fait sécher entre des feuilles de papier sans colle, & on le conserve dans des flacons, il prend à la longue une couleur un peu jaunâtre.

La combinaison de l'acide acéteux avec la terre mercurielle, est, par les raisons déduites à l'article acète d'argent, la plus parfaite qui soit possible, mais la terre du métal a dû reprendre un peu de phlogistique par le principe huileux de l'acide, & le peu de causticité de celui-ci, contribue encore à rendre l'acète de mercure moins corrosif & moins redoutable que tous les autres sels mercuriels. Aussi peut-on l'employer avec moins de réserve & plus de confiance.

Son indissolubilité ne permet pas d'en espérer beaucoup d'effet pris intérieurement, & il n'agiroit guères qu'en qualité de purgatif & avec moins d'énergie que le muriate mercuriel doux. On pourroit l'employer en frictions associé à quelques graisses ou à la salive, de la même manière que M. Clerc, chirurgien de Londres, employe le muriate mercuriel doux ; méthode approuvée par M. Hunter. (*Voyez* Muriate mercuriel doux.) Mais quelque avantageux que paroisse cet acète de mercure, l'expérience n'a pas encore suffisamment autorisé son usage. Il est à désirer qu'elle ne tarde pas à prononcer sur cet objet, & qu'elle détermine les doses sous lesquelles on peut l'administrer.

ACÉTEUX, adj. on donne cette épithète aux substances qui sont composées de l'acide du vinaigre, ou qui participent de sa saveur.

La dénomination de sel acéteux jointe à l'expression de la base terreuse ou métallique, a été employée à désigner plusieurs sels nouvellement examinés, & même quelques sels connus depuis long-temps sous des noms très-impropres que l'on a jugé devoir être abandonnés. Nous les avons tous ramenés à un système uniforme en les nommant acètes. *Voyez* Acète d'argent, Acète de bismuth, &c. &c. & l'article Dénomination.

ACIDE, s. m. & adj. on est convenu, dans le langage ordinaire, d'appeller *acide* toute substance qui excite sur la langue une sensation vive & piquante ; mais dans le langage de la science, cette explication ne donneroit qu'une idée bien imparfaite de ce qu'on doit entendre par le mot *acide*, parce que cette saveur n'est qu'un des plus foibles effets de l'action des acides, quoiqu'elle dérive nécessairement des propriétés bien plus importantes qui sont essentielles à tous les corps de cette classe.

La définition de l'*acide* est, à vrai dire, la clef de la Chymie, non-seulement parce que ce sont les *acides* qui produisent les plus beaux phénomènes & en plus grand nombre, parce qu'ils sont les instrumens les plus habituels de ses opérations ; mais encore parce que ce sont des agens visibles & palpables dont les effets frapent nos sens, à la différence de quelques autres fluides, peut-être plus puissans, mais si subtils que nous ne pouvons les voir agir que des yeux de l'esprit ; de sorte que l'on peut dire que c'est la Chymie des *acides* qui a ébauché la science, & qui sert de base au système général de nos connoissances dans cette partie de l'étude de la nature.

Cependant rien n'est plus embarrassant pour ceux qui commencent cette étude, que de se former une juste idée de la vertu acide, d'autant plus qu'ils ont à la concilier avec celle d'alkali, qui étant bien réellement la même dans le principe, leur paroît néanmoins opposée sous d'autres rapports ; les comparaisons d'effets méchaniques, les altérations de couleurs, qu'on a coutume de leur présenter comme des propriétés caractéristiques, nuisent plus à la vérité, qu'elles n'aident leur intelligence, quand on n'a pas fait précéder ces observations par une définition exacte ; je vais essayer de la donner.

Il faut savoir d'abord que tout se fait dans la Chymie de la nature, comme dans celle du laboratoire, par dissolution, & que toute dissolution est le produit de l'attraction qu'exercent respectivement les unes sur les autres, les parties constituantes de deux corps différens. Ces principes sont développés aux articles Attraction, Dissolution, Affinité.

Maintenant, si l'on demande ce que c'est que l'*acide*, je réponds ; c'est dans les substances palpables le dissolvant le plus puissant, celui qui agit sur un plus grand nombre d'autres substances ; c'est, comme l'a si bien dit *Newton, ce qui attire fortement & qui est fortement attiré.* Ce grand homme a en-

trevu l'existence d'une force d'attraction variable, indépendante de la masse, & il étoit réservé à l'illustre *Buffon* de démontrer les causes physiques & nécessaires de cette inégalité de puissance, dans les inégalités de distance que produisent les figures des corps dans les attractions prochaines.

Nous devons à l'histoire de la science, le précis des erreurs qui ont précédé les lumières que quelques génies ont répandues sur cette matière : lorsqu'on commença à abandonner les qualités occultes, la plupart des Chymistes regardèrent l'*acide* comme *un sel composé de petites parties pointues qui se faisoient sentir au goût, & l'alkali comme un sel vuide qui fermentoit avec les acides* ; c'est ainsi qu'en parloit un médecin de Paris, nommé *André*, dans l'ouvrage qu'il publia en 1667, en réponse aux objections du célèbre Boyle ; *Homberg* expliquoit de même l'effervescence des dissolutions en supposant que la matière de la lumière poussoit les particules acides *dans les pores* des alkalis ; *Sthal* ne tarda pas à combattre le systême de cette division purement méchanique, & sur-tout dans son traité des sels ; *Keil* avoit mis sur la voie de la vérité dans ses théorêmes sur les loix de l'attraction ; cependant *Lémery* n'abandonna pas cette doctrine ; elle avoit tellement saisi les esprits que le célèbre médecin (*de Senac*) qui eut la première idée de rapprocher Neuton & Sthal, fit encore usage de l'*analogie des pores* pour rendre raison de l'action inégale des *acides* sur les différens corps. Quelques Chymistes, comme *Venel*, aimerent mieux revenir aux qualités simpathiques ou occultes, que d'admettre ni l'explication méchanique des pointes, ni la dissolution par attraction ; enfin, M. *Macquer* est le premier qui ait réellement fait servir les loix physiques à l'explication des phénomènes chymiques ; on verra à l'article AFFINITÉ tout ce que la théorie de cette science a acquis depuis, & à qui elle en est redevable.

Après avoir donné la vraie définition de l'*acide*, il faut indiquer les caractères, ou pour mieux dire, les propriétés par lesquelles on a coutume de le reconnoître.

L'*acide* a une saveur piquante ; c'est-à-dire, qu'il exerce sur l'organe du goût, une action vive, rapide & qu'un peu plus d'intensité rendroit douloureuse. Cette propriété est une conséquence nécessaire de la puissance que lui attribue notre définition ; car il est tout simple que *ce qui attire fortement*, ce qui tend à s'approprier par la combinaison les parties du corps qu'il touche, y produise quelque altération. Toute matière animale est composée de principes sur lesquels l'*acide* a plus ou moins d'affinité ; quand il ne feroit que lui reprendre le principe aqueux dont il est fort avide, c'en feroit assez pour concevoir qu'il ne peut la toucher sans changer sa manière d'être.

Une autre propriété dont on se sert assez habituellement pour reconnoître la présence d'un acide, est l'altération en rouge des couleurs bleues végétales, telles que l'infusion de Tournesol, le sirop de violettes & autres dont il sera fait mention à l'article RÉACTIFS. Mais ce n'est, comme nous le disons, qu'une propriété & non un caractère essentiel : ce changement est produit par une vraie affinité de l'*acide* avec la matière colorante, & c'est le propre des composés d'acquérir des propriétés nouvelles que n'avoient pas les parties composantes ; la propriété acquise est donc ici de réfléchir différemment la lumière. La preuve que la couleur n'est pas détruite, comme on l'a cru long-temps, ou pour parler plus exactement, qu'elle n'est détruite que par composition, résulte de ce que la couleur bleue reparoit dès que l'acide en est séparé, soit qu'il s'échappe, par sa propre volatilité, comme l'acide méphitique, soit qu'il céde à l'affinité plus puissante d'un autre corps, comme lorsqu'on sature l'acide par l'alkali ; si la couleur bleue avoit été précédemment changée en verd par un alkali, ou la couleur jaune du curcuma altérée en rouge par le même moyen, la substance qui les restitueroit dans leur premier état, en s'emparant de l'alkali, donneroit un indice tout aussi certain de sa nature acide que si elle eût effectivement rougi le papier bleu.

Ajoutons que toutes les couleurs bleues végétales ne sont pas altérées par tous les acides ; l'infusion de Tournesol est la seule sur laquelle l'acide méphitique fasse une impression sensible, le vinaigre ne rougit pas le papier bleu qui enveloppe les pains de sucre, & l'indigo résiste même à l'acide vitriolique concentré.

Il est possible enfin, qu'il existe des acides qui n'aient aucune affinité avec la matière extractive des parties bleues végétales, comme il y en a qui n'ont d'action que sur les couleurs de tels ou de tels végétaux. L'arsenic blanc recèle bien sûrement un acide qui n'est qu'imparfaitement saturé, & il a déja perdu la propriété de produire cette altération. L'air pur & le feu agissent comme les acides sur une infinité de corps & avec bien plus d'énergie, & cependant leur impression ne se manifeste pas par un changement aussi rapide des couleurs.

Bornons-nous donc à chercher dans ce phénomène un moyen avantageux de s'assurer dans la pratique de la présence des acides, que l'observation nous a fait connoitre comme jouissant de cette propriété, & n'en faisons pas un caractère essentiel à tout acide.

L'effervescence avec les alkalis, les terres & les métaux étoit encore placée par les anciens Chymistes au nombre des signes caractéristiques des acides : il est bien vrai que pendant la plûpart des dissolutions acides, il s'élève des gas qui se rassemblent en bulles & produisent une espèce de bouillonnement très-sensible, mais ce n'est réellement que dans ces derniers temps que l'on a bien connu ce qui se passoit dans ces opérations, & la nature des fluides aériformes qui se dégageoient, comme nous aurons occasion de le faire voir dans la suite, & particuliérement aux

articles ACIDE MÉPHITIQUE, EFFERVESCENCE, & GAS ; il suffit d'avertir ici que la combinaison d'un acide peut se faire sans effervescence sensible, quand le corps qu'il attaque n'est pas actuellement pourvu de l'un de ces gas ; en effet les alkalis & les terres caustiques s'unissent aux acides sans effervescence : ce n'est donc encore là qu'une circonstance accidentelle, dont l'observation est sans doute utile dans la pratique, mais qui est indépendante de l'action propre des acides.

Ainsi, le seul caractère essentiel de l'acide est dans cette force dissolvante qu'il exerce sur la plûpart des substances même les plus solides, qui est d'autant plus puissante qu'il est plus libre, qui décroit à mesure qu'il est plus saturé, qui dans cette composition perd ses propriétés, change celles du corps auquel il s'unit, produit ce qu'on appelle un sel neutre ou moyen, & conserve néanmoins une tendance à une saturation plus complette dès qu'on lui présentera une autre substance avec laquelle il aura plus d'affinité. Or, tous ces effets sont renfermés dans notre définition.

Avant que de passer à l'examen des propriétés particulières aux différens acides, il importe de savoir ce qu'on a pensé de l'origine & de la formation des acides, & sur-tout de déterminer s'il y a réellement un acide *primitif & universel* dont tous les autres acides ne soient que des modifications.

Quelques Chymistes ont admis avec *paracelse* un élément salin ou principe acide universel qui communiquoit à tous ses composés, la saveur & la dissolubilité. *Becher* fit un pas de plus, il jugea que quoique l'acide dût être naturellement une substance des plus simples, il n'y avoit cependant aucune raison de le placer au nombre des élémens, & le supposa formé de l'union de l'eau avec la terre vitriafible. *Sthal* regarda cette opinion comme démontrée par la distillation de l'acide vitriolique avec une huile essentielle, il enseigna que cet acide, le plus puissant de tous, le plus abondament répandu dans la nature, étoit en effet le principe salin universel ; & cette doctrine, quoique véritablement destituée de preuves, a été assez généralement adoptée jusques dans les derniers temps.

Parmi les modernes, on peut citer *Meyer* qui a placé le principe d'acidité dans une substance particulière qu'il a nommée *causticum*, ou acide gras ; M. *Sage*, qui regarde l'acide phosphorique comme l'acide primitif qui produit tous les autres par composition, & M. *Vallerius* qui soutient dans son *Traité de l'origine du monde*, &c. que le principe salin résulte de l'union de l'eau avec la matière calorifique, & qui appuie cette assertion sur ce que l'eau distillée exposée au soleil dans une bouteille bouchée, contracte à la longue de l'acidité. Mais ces hypothèses proposées dans un temps où l'on paroit d'accord de rejetter tous les systêmes qui ne sont pas fondés sur des expériences exactes, ont trouvé peu de sectateurs parmi les gens instruits. Voici des faits qu'ils ont jugé plus dignes d'attention & qui peuvent en effet servir à éclaircir ce point important de théorie.

Les auteurs des élémens de Chymie de l'académie de Dijon, assurés par les belles expériences de M. Lavoisier de la présence de l'air vital dans l'acide nitreux, & ayant de plus observé que le soufre & le phosphore absorboient une quantité d'air en passant à l'état d'acide, commencèrent à soupçonner que ce fluide entroit comme partie constituante *dans la composition de tous les acides*, qu'il étoit essentiel à leur état de combinaison aqueuse, en un mot qu'il pourroit bien être le vrai *acide universel*, l'élément acide, au lieu de l'acide du soufre qui n'existe pas lui-même tout formé dans le soufre.

M. Lavoisier a développé cette idée dans ses considérations générales sur la nature des acides, imprimées dans les mémoires de l'académie royale des sciences pour 1778, où après avoir établi par des expériences aussi ingénieuses qu'exactes, que l'acide du sucre retenoit l'air vital ou respirable qui constituoit l'acide nitreux employé à sa préparation, il conclut que cet air est le vrai *principe oxigine* ou *acidifiant*, & que lorsqu'il se combine avec un corps quelconque, sans le décomposer, il le convertit en un acide particulier, qui indépendament des caractères généraux communs à tous les acides, en a qui lui sont propres. Nous aurons plus d'une fois occasion de dire, & particuliérement aux articles ACIDE VITRIOLIQUE, ACIDE SACCHARIN, PHLOGISTIQUE, &c. &c. que nous sommes bien éloignés d'adopter en entier l'explication dans laquelle ce savant Chymiste croit pouvoir se passer absolument du phlogistique; mais cela n'intéresse en aucune manière la vérité de ses observations & des conséquences nécessaires que nous venons de rapporter. M. de Buffon, qui dans ses sublimes méditations a si souvent deviné la nature, avoit déja annoncé dans le premier volume de ses supplémens, qu'il regardoit comme démontrée *la formation des acides par le feu & l'air fixe*.

M. Landriani est allé plus loin dans ses *opuscoli scelti &c.* : il a crû que c'étoit l'acide méphitique qui étoit l'acide universel parce qu'il a obtenu de l'acide méphitique en traitant plusieurs acides avec des matières inflammables ; mais ses expériences très-importantes pour éclaircir la matière des gas, ne me paroissent présenter d'autre conséquence nécessaire, si ce n'est qu'il entre dans la composition de tous les acides de l'air vital qui se convertit en acide méphitique lorsqu'il vient à être surpris par le phlogistique dans l'acte de son dégagement. On ne peut pas dire pour cela que tous les acides sont convertibles en un seul, puisqu'il n'y a réellement qu'une des parties composantes de ces acides qui puisse être convertie

en acide méphitique. En resserrant ainsi les conséquences trop étendues des observations de M. Landriani, elles rentrent, comme l'on voit, absolument dans le système de M. Lavoisier, elles confirment ce que disoit M. de Lassone (Mém. de l'Acad. année 1776), en rendant compte de ses expériences sur l'acide nitreux, que d'autres acides pouvoient aussi, par des altérations intimes, produire un gas aérien du même caractère, & que, si cette vérité importante se trouvoit bien établie, on commenceroit à mieux appercevoir les vrais principes qui constituent & qui modifient les différens acides, ces agens du premier ordre dans presque toutes les opérations de la nature.

Les propriétés communes au plus grand nombres des acides sont :

1°. De manifester sur la langue un goût piquant.

2°. De rougir les couleurs bleues végétales.

3°. De restituer les couleurs altérées par les alkalis.

4°. De s'unir à l'eau facilement, quelquefois même avec bouillonnement & chaleur, quand ils sont bien concentrés.

Ils ne peuvent agir par la voie humide, qu'autant qu'ils sont en état de fluidité. Quelques-uns ne peuvent être rendus concrets par le feu, ou ils s'élèvent en vapeurs, ou ils se décomposent, ou ils reprennent l'humidité de l'atmosphère, à mesure que la chaleur la volatilise.

5°. De résister à un certain point à la congelation par le froid ; on verra que l'*acide* vitriolique est lui-même susceptible de cet état de solidité.

6°. De produire différens gas lorsqu'ils entrent en certaines combinaisons.

7°. De s'emparer d'autant plus avidement du phlogistique qu'ils sont plus simples.

8°. De former des sels neutres ou moyens avec les terres, les alkalis, & les substances métalliques.

9°. De former des huiles éthérées avec l'esprit-de-vin.

10°. De précipiter les dissolutions alkalines.

11°. Il est certain que quelques *acides* agissent les uns sur les autres ; mais cette action ne se borne pas à former un dissolvant nouveau, composé des deux *acides*, tels qu'ils étoient avant le mélange ; il paroit qu'il y a décomposition de l'un des deux, toutes les fois qu'il en résulte de nouvelles affinités.

12°. On ne peut douter que les *acides* n'agissent encore sur les sels neutres, & particulièrement sur les sels neutres de leur genre, qu'ils ne contractent avec eux une véritable union, & que leur puissance dissolvante n'en soit sensiblement affoiblie. C'est un fait auquel les Chymistes n'ont pas donné, ce me semble, jusqu'ici assez d'attention ; cependant tous les sels qu'on ne parvient à rendre solubles que par excès d'*acide*, toutes les dissolutions qu'il est impossible d'amener au point de saturation, en fournissent des exemples. *Voyez* ACÉTE BAROTIQUE, PHOSPHATE CALCAIRE, VITRIOL BAROTIQUE, &c.

Or, si les *acides* s'unissent aux sels neutres sans les décomposer, si les corps qui servent de base aux *acides* exercent aussi réciproquement leurs actions les uns sur les autres, si les sels neutres enfin attaquent à leur tour un grand nombre de substances, il me paroit démontré que toute matière simple, composée, ou sur-composée jouit d'une force dissolvante, d'une puissance d'affinité, & que les *acides* n'ont ici d'autre avantage que la supériorité.

13°. Il y a bien quelque ressemblance dans la manière d'agir de tous les *acides* sur les différentes bases ; mais la marche des affinités n'est pas la même, & cette variété fait la richesse de la Chymie, puisqu'elle multiplie les instrumens & les produits de l'art. Il n'est pas possible conséquemment d'indiquer ces affinités sous un titre commun ; cependant je crois devoir placer ici quelques observations pour donner une idée des divers phénomènes qui peuvent se présenter dans les combinaisons *acides*.

14°. On donnoit autrefois comme une règle générale que les *acides* avoient plus d'affinité avec les alkalis qu'avec toutes les autres substances, c'est qu'on ne distinguoit par les alkalis purs ou caustiques des alkalis unis à l'*acide* méphitique, aériforme, qui produit une double affinité. Nous verrons que les alkalis cèdent la plus grande partie des *acides* à la terre calcaire & sur-tout à la terre barotique.

15°. Les *acides* dissolvent les métaux, mais ce n'est jamais en état de métal complettement pourvu de phlogistique ; il faut qu'ils commencent par les priver d'une portion de ce principe qui se dégage alors le plus souvent sous la forme de gas inflammable. Lorsque le phlogistique est fixé par une affinité plus forte avec la chaux métallique, il n'y a pas de dissolution. De-là vient que plusieurs *acides* s'unissent très-bien à une chaux métallique qu'ils n'auroient pu attaquer en état de régule.

16°. Il ne faut pas non plus qu'une chaux métallique soit trop dépouillée de phlogistique pour se combiner ou même pour rester en combinaison avec les *acides* ; le vinaigre ne dissout rien du fer bien calciné, & le vitriol martial se décompose à mesure que l'air lui enlève le phlogistique qui servoit d'intermède d'union.

17°. Un métal peut être tenu en dissolution par un même *acide* avec plus ou moins de phlogistique, & ces dissolutions ont alors des pro-

priétés sensiblement différentes. *Voyez* NITRE MERCURIEL, NITRE DE CUIVRE, &c.

18°. Quelquefois l'*acide* s'unit lui-même au phlogistique qu'il dégage des métaux, & alors il change d'état. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE PHLOGISTIQUÉ & ARSENIATE MARTIAL. Quelquefois il n'y a que la partie, base de l'*acide* qui s'unit à ce principe. *Voyez* GAS NITREUX.

19°. Souvent l'*acide* ne fait que s'emparer du phlogistique du métal, & ne retient qu'une très-foible portion de sa terre en dissolution. *Voyez* NITRE D'ÉTAIN, VITRIOL ANTIMONIAL, &c.

20°. Il arrive enfin que lorsqu'on présente à un *acide* une terre métallique bien déphlogistiquée, la dissolution s'opère à la faveur du phlogistique que l'*acide* lui-même contient, & qu'il est forcé de céder à l'affinité supérieure de la chaux métallique ; c'est ainsi que la chaux noire de manganèse s'unit à plusieurs *acides* qui sont réellement décomposés de cette manière. *Voyez* sur-tout PHOSPHATE DE MANGANÈSE & ACIDE MURIATIQUE. La réduction des chaux de mercure en globules métalliques par une simple digestion dans l'*acide formicin*, fournit un exemple bien frappant de la réduction du métal, & de la décomposition de l'*acide* par le jeu des affinités, jusques dans la voie humide.

Après avoir rapporté ce qu'il y a de plus certain, de mieux établi sur la nature & les propriétés des acides en général, nous allons nous occuper de leur division.

La Chymie n'a eu, pendant long-temps, que six acides, le nombre en a plus que triplé depuis quelques années, & l'on ne doit pas dissimuler que bien des gens ont reçu la nouvelle de ces découvertes avec une sorte de chagrin ; les uns ont rejetté, par esprit de systême, tout ce dont ils n'avoient pas réservé la place dans l'édifice de leurs connoissances ; les autres, effrayés de ce qui leur restoit à étudier, ont cherché de vains prétextes pour avoir droit de le dédaigner. Si l'on prend la peine de lire notre article AXIOMES DE CHYMIE, on verra que nous ne différons que par la manière de raisonner, & que les faits les mettront bientôt d'accord avec nous, quand ils auront une même logique. Heureusement pour la science, leurs déclamations n'ont pas fait grande impression, parce qu'on a vû les vrais Chymistes de tous les pays, s'empresser de recueillir ces richesses nouvelles, & d'en assurer la valeur par leurs propres observations.

M. Lavoisier a grande raison de dire *que le nombre des acides est encore absolument indéterminé, puisqu'on ne connoit pas toutes les substances qui sont susceptibles de se combiner avec le principe acidifiant*.

MM. Schéele & Bergman, pensent que la nature abonde en acides divers, que les terres peuvent être des acides particuliers rendus solides par l'eau, & les terres métalliques d'autres acides rendus solides par le phlogistique, comme l'acide arsénical qui acquiert, avec un peu de phlogistique, l'apparence d'une terre, & avec une plus grande quantité la forme d'un régule.

Les vues de ces deux célèbres Chymistes, méritent bien que nous nous y arrêtions un moment. La première proposition est vraie dans le sens le plus étendu de la définition que nous avons empruntée de Newton, car on ne peut nier que la nature abonde réellement en matières diverses qui attirent puissament & qui sont puissament attirées ; il me semble cependant qu'il y auroit de l'inconvénient à supposer que la nature ne fait rien que par les acides ; car nous avons vû que les sels neutres avoient aussi leur action propre. Il faudroit, sur-tout dans cette hypothèse, ne pas attacher exclusivement l'idée d'acide à un fluide savoureux, qui rougit le bleu végétal, qui forme des sels neutres &c., parce que les principes plus simples, dont sont composés nos acides grossiers, sont bien certainement aussi actifs, quoiqu'ils ne manifestent pas ces propriétés.

Que les terres aient elles-mêmes un acide pour principe, il n'y a sans doute rien d'impossible ; mais je ne vois rien qui donne, jusqu'à présent, quelque probabilité à cette conjecture, ni même qui fasse concevoir comment cet acide pourroit être rendu solide par l'eau, qui, suivant les deux académiciens suédois, est aussi une terre principe, très subtile & jouissant d'une grande fusibilité.

Il n'en est pas de même de la dernière proposition ; s'il n'est pas prouvé que tous les métaux sont des acides particuliers unis au plogistique, cette idée, l'une des plus belles que la Chymie ait enfantée, se trouve déjà appuyée & presque vérifiée par plusieurs faits très-concluans, comme nous le verrons plus particulièrement aux articles : ACIDE ARSENICAL, ACIDE MOLYBDIQUE, MÉTAUX, &c. En rapprochant ce que dit M. Lavoisier, que quelques chaux métalliques, comme l'arsenic, le fer, *& peut-être plusieurs autres* combinées avec le principe acidifiant, acquièrent les propriétés communes aux acides (Acad. des Sci. ann. 1778.), on voit avec satisfaction que les observations qui devoient produire enfin cette grande vérité, n'avoient pas moins fait d'impression en France qu'en Suède.

Dans l'état actuel de la science, nous n'avons cependant encore que vingt-huit acides bien connus ; nous allons les traiter séparément dans leur ordre alphabétique, pour indiquer les matières dont on les retire, la manière de les préparer, les propriétés particulières dont ils jouissent, & qui leur assureroient une place dans l'ordre des dissolvans, quand même on parviendroit à les ramener à l'état d'un autre acide plus simple, parce

que la Chymie embrasse toutes les affinités & tous les produits qui en résultent, avant comme après leur décomposition. Mais avant de finir cet article, il sera bon de présenter ici la liste de tous ces acides rangés suivant la division naturelle des règnes auxquels ils appartiennent :

Acides	
L'*acide* méphitique ou air fixe.	Se tire des trois règnes.
L'*acide* vitriolique. L'*acide* vitriolique phlogistiqué. L'*acide* nitreux. L'*acide* nitreux phlogistiqué. L'*acide* muriatique. L'*acide* muriatique déphlogistiqué. L'*acide* regalin. L'*acide* arsénical. L'*acide* boracin. L'*acide* fluorique. L'*acide* molybdique. L'*acide* karabique. L'*acide* tungstique.	Se tirent du règne minéral.
L'*acide* acéteux. L'*acide* tartareux. L'*acide* oxalin. L'*acide* saccharin. L'*acide* citronien. L'*acide* lignique. L'*acide* benzonique. L'*acide* gallique.	Se tirent du règne végétal.
L'*acide* phosphorique. L'*acide* prussique. L'*acide* formicin. L'*acide* sébacé. L'*acide* galactique. L'*acide* saccharo-galactique, *ou par sincope*, saclactique.	Se tirent du règne animal.

Lorsqu'on veut indiquer un des trois acides les plus puissans, on les comprend sous la dénomination générale d'*acide minéraux*, qui ne s'applique alors qu'aux acides vitriolique, nitreux & muriatique ; cette façon de parler devient aujourd'hui impropre & même équivoque, cependant il est bon de la connoître pour entendre, ou du moins pour deviner les auteurs qui s'en servent.

M. Weigel fait encore état parmi les acides végétaux, de ceux qu'on peut retirer des groseilles rouges, de la graine de *berberis* ou épine-vinette, & du *geranium* ou bec de grue.

Mais il n'y a encore rien de constaté sur les caractères propres des acides que fournissent ces substances, non plus que sur ceux des acides qu'on a retirés des calculs ou bezoards, de la soie, &c. comme nous le verrons lorsqu'il sera question de leur analyse.

Acide. (*Pharm.*) On doit trouver dans les boutiques des pharmaciens, les *acides* acéteux, arsenical, boracin, benzonique, karabique, muriatique, nitreux, tartareux de retzius, vitriolique, vitriolique phlogistiqué.

Le citronien, le galactique & le méphitique ne pouvant se conserver que difficilement pendant un espace de temps plus ou moins long, il suffira de les préparer d'après l'ordonnance du médecin.

C'est dans le plus grand état de pureté que l'on doit employer les acides. On verra à l'article de chacun d'eux les procédés à suivre pour se les procurer & les rectifier.

Les propriétés médicinales des *acides*, sont en général de calmer la chaleur & de corriger la putridité humorale, pris intérieurement ; de relever le ton des fibres, & souvent de porter leur action roborante jusqu'à devenir vulnérants, appliqués à l'extérieur.

On les emploie rarement seuls & presque toujours combinés avec différentes substances solides ou liquides. Nous exposerons dans les articles suivans leurs propriétés particulières, les combinaisons sous lesquelles on les administre, & les doses auxquelles on peut les porter.

Acide acéteux, c'est ainsi que l'on nomme en Chymie le vinaigre ou son acide distillé, rectifié, concentré ; en un mot, dans les différens états que l'on a cherché à indiquer par les dénominations de *vinaigre commun*, *vinaigre distillé*, *esprit de vénus*, *verdet distillé* & *vinaigre radical*.

Le vinaigre est connu depuis bien des siecles, cependant, à en juger par la manière dont Pline en parle, les anciens n'avoient que des idées bien imparfaites de sa nature, ils n'y voyoient qu'une dégénérescence, qu'une altération du vin, qu'ils confondoient même avec la mucidité : *mucescere aut in acetum verti.... vini vitium transit in remedia.*

Dans des temps plus rapprochés, on a regardé le vinaigre comme une modification de l'acide universel, & Glauber a crû avoir imité la composition du vinaigre en mêlant de l'acide vitriolique, du tartre & de l'eau ; j'ai fait voir, en traitant des acides en général, ce que l'on devoit penser de ce système.

L'on sait présentement que le vinaigre est un acide végétal spiritueux produit par le second degré de la fermentation des substances muqueuses, ou par celle qui succède à la fermentation spiritueuse & que l'on nomme fermentation acide.

Je renvoie à l'article Fermentation, tout ce qui regarde la théorie de cette opération, pour ne pas désunir des principes qui se fortifient par leur liaison, & je me bornerai à donner ici les procédés employés pour obtenir l'*acide acéteux* dans les différens états de rectification & de concentration

centration, & les propriétés Chymiques de cet acide.

Pour changer le vin en vinaigre, on le mèle avec sa lie & son tartre, on le place dans un lieu dont la température soit assez chaude, comme de dix-huit à vingt degrés ; on agite la liqueur & dès-lors il s'excite un mouvement assez vif, accompagné de chaleur que l'on arrête de temps en temps, afin d'empêcher la fermentation de passer le terme qui marque le second degré & qui laisse l'acide dans toute sa force.

Le procédé le plus ordinaire, est celui que Boerhaave a décrit : on prend deux tonneaux, on établit un peu au-dessus de leur fond, une claie d'osier sur laquelle on étend des branches de vignes vertes, des rafles, du marc de raisin & de la lie sèche ; on y verse du vin, de sorte que l'un des tonneaux soit plein & l'autre à moitié vuide ; c'est dans le dernier, que la fermentation commence, lorsqu'elle est bien établie, on remplit ce tonneau avec le vin du premier tonneau ; par ce moyen la fermentation se rallentit dans le tonneau plein, & s'établit dans l'autre ; lorsqu'elle est parvenue à un certain point, on l'arrête de même dans celui-ci, en le remplissant à son tour. On continue de transvaser ainsi la liqueur d'un des tonneaux dans l'autre, de vingt-quatre heures en vingt-quatre heures, quelquefois plus souvent, suivant le progrès, jusqu'à ce qu'elle soit entièrement convertie en vinaigre, ce qui arrive au bout de douze ou quinze jours dans les chaleurs d'été.

En général le vin passe d'autant plus vite à l'état de vinaigre que la masse est plus petite, qu'elle est plus en contact avec l'air, & qu'elle éprouve plus de chaleur, pourvû cependant que cette chaleur ne soit pas portée à un degré capable de décomposer & de détruire plutôt que de favoriser le mouvement spontané. La pile de rafles & de rameaux qui demeure exposée à l'air dans le tonneau à moitié vuide, présente une grande surface à ce fluide ; la liqueur qui reste adhérente à ces rameaux, s'en imprègne par excès, & de-là vient la chaleur qu'elle éprouve, qu'elle communique d'abord à la masse inférieure, & qui se répartit ensuite sur toute celle que l'on y ajoute quand on juge qu'il est temps de remplir le tonneau.

Ces tonneaux, ainsi disposés, peuvent servir très-long-temps sans être renouvellés, on m'a assuré que lorsque le vinaigre ne s'y faisoit plus aussi bien, il suffisoit pour le ranimer de verser dans ces cuves une ou deux chaudières d'eau bouillante ; ce qui contribue, sans doute, à rendre un peu de mobilité à la matière du fond qui doit servir de levain & peut-être à débarrasser la pile d'une partie de ces flocons glaireux qui se déposent pendant la fermentation.

En exposant simplement à l'ardeur du soleil, du vin dans un barril dont les deux tiers restent vuides, & y ajoutant un peu de bon vinaigre, on obtient, au bout de quelques jours, un vinaigre très-fort & qui conserve quelque chose d'aromatique, parce que la fermentation a été moins rapide.

Comme l'esprit est une des parties constituantes de l'*acide acéteux*, il suit que, pour faire un bon vinaigre, il faut un vin généreux, & M. Cartheuser a éprouvé qu'on augmentoit beaucoup la force du vinaigre, en introduisant dans le vin une certaine quantité d'eau-de-vie. Beccher a donc eu raison de soutenir, dans sa physique souterraine, L. I. sect. 5. ch. 2. n. 38, qu'on n'obtenoit qu'un vinaigre foible & imparfait lorsque par une coction lente on faisoit évaporer l'esprit du vin qu'on vouloit changer en vinaigre ; mais on est fondé à douter du succès de l'expérience qu'il apporte en preuve, & par laquelle il assure avoir produit un vinaigre très-fort & propre à se conserver, en faisant digérer long-temps sur le feu, du vin enfermé dans une bouteille scellée hermétiquement ; si cela arrivoit, il faudroit donc supposer que la matière de la chaleur en se décomposant a pû fournir de l'air ; car nous avons vu que la fermentation acide exige le concours de l'air, ce que j'ai rapporté d'après M. Lavoisier sur le principe acidifiant (*Voyez* ACIDE) prouve que l'air se fixe réellement dans le nouveau produit, & en effet M. l'abbé Rozier a observé que si on attachoit une vessie pleine d'air au-dessus d'un tonneau dont le vin commençoit à s'aigrir, la vessie se trouvoit bientôt vuide.

On voit par-là, à plus forte raison, ce que l'on doit penser de l'expérience d'Homberg, qui assuroit avoir fait de bon vinaigre, en brassant pendant trois jours une bouteille de vin qu'il avoit attachée pour cela au cliquet d'un moulin.

M. Weber, dans son traité de la fermentation, a voulu prouver au contraire, que l'esprit n'entroit point dans la composition du vinaigre, & il s'est appuyé de l'expérience de M. Wiegleb, qui ayant ajouté quelques onces d'esprit de vin pendant la fermentation acide, n'a pas trouvé que le vinaigre qui en provenoit eût le moindre avantage sur celui qu'avoit produit le même vin sans addition ; mais cet auteur est forcé de convenir qu'en général le vinaigre est d'autant plus fort que le vin est plus riche en esprit, & même que le vinaigre que l'on fait avec des matières dont on a retiré l'esprit par la distillation, est foible & disposé à la putridité.

Je terminerai cette discussion par une observation du célèbre Schéele qui me paroît ne devoir laisser aucun doute à ce sujet. Il avoit soupçonné que l'acide du lait, quoique fort approchant de la nature du vinaigre ne pouvoit acquérir une entière ressemblance, parce que le lait n'étoit point assez abondamment pourvu du principe spiritueux, il mêla six cuillerées de bonne eau-de-vie à une kanne (c'est-à-dire à-peu-près 2 pintes $\frac{1}{4}$) de

lait, il garda ce mélange dans un endroit chaud, il le déboucha de temps en temps pour donner issue au gas, & il trouva, au bout d'un mois, le lait changé en très-bon vinaigre, qui après avoir été passé à la chausse, se conserva très-bien dans des bouteilles. *Mém. de l'Acad. de Stockolm, ann. 1780. 2e. Trimestre.*

Malgré l'évidence du principe qui vient d'être établi, on ne s'occupe guères dans la pratique, de rechercher les vins les plus généreux, on préfère ceux qui sont à meilleur marché, on achète les vins qui commencent à se gâter, & sur-tout les lies que l'on exprime par une toile forte & serrée avant de les jetter dans la cuve. Quelques personnes avoient même imaginé, pour tirer parti de leurs récoltes dans les années où l'abondance & la qualité de la vendange leur faisoit craindre que leurs vins ne pussent se conserver assez pour attendre la vente, de les convertir tout de suite en vinaigre; mais la plûpart ignoroient que la fermentation vineuse devoit précéder la fermentation acéteuse, ils ne soupçonnoient pas que le même défaut qui leur inspiroit de la défiance pour leurs vins, devoit influer sur la qualité du vinaigre, & il ne faut pas être étonné s'ils n'ont pas réussi dans une tentative, qui auroit exigé plus de connoissances de la part de ceux qui la dirigeoient, & dont il ne seroit peut-être pas possible de porter les produits à un certain point de perfection, sans rendre l'opération aussi dispendieuse que par la méthode ordinaire.

De même que le vin, toutes les liqueurs qui ont subi la fermentation spiritueuse, sont susceptibles de la fermentation acéteuse; ainsi on peut faire du vinaigre avec le cidre, le poiré, la bierre, les liqueurs vineuses tirées du sucre, du miel, des rameaux de pin, d'un grand nombre de végetaux, & même, comme on l'a vû, du lait en lui fournissant une plus grande dose de spiritueux.

Les Chymistes emploient rarement le vinaigre en nature, ils le rectifient, ils le concentrent, il faut donc faire connoitre les procédés de ces opérations & les caractères qui sont propres à ces différens états.

Le vinaigre à une saveur très-piquante, il altère en rouge les couleurs bleues végétales, telles que le syrop de violettes & l'infusion de Tournesol, il n'attire pas l'humidité de l'air, comme les acides minéraux; il se mêle avec l'eau sans produire ni froid, ni chaleur, ni effervescence sensibles; il s'évapore en entier, & fournit un gas particulier que l'on nomme *gas acéteux*; il conserve une sorte d'inflammabilité, puisque, suivant M. le comte de Lauraguais, il suffit de le faire chauffer dans une capsule plate, pour le disposer à prendre feu. Il se combine enfin avec les bases terreuses, alkalines & métalliques & forme avec elles des sels neutres ou moyens de même que les acides minéraux. Je donne à ces sels le nom générique d'acètes. *Voyez ce mot.*

Le vinaigre *commun* est toujours chargé de la partie colorante du vin, & lors même qu'il a été fait avec du vin blanc, il a encore une nuance plus jaune, ce qui vient de la partie extractive qu'il contient; cependant il ne dépose point de tartre comme le vin; si on l'expose à une chaleur douce, il s'en sépare une quantité de flocons & de filamens muqueux, il prend alors une odeur & une saveur putride. Le vinaigre récent fournit quelquefois un peu d'esprit qui y est retenu surabondament ou qui n'est pas encore entièrement combiné, & qui s'élève au premier dégré de chaleur avant toute décomposition.

On rectifie le vinaigre par la distillation, & le produit est ce qu'on nomme *vinaigre distillé*: pour cela, on remplit de bon vinaigre une grande cucurbite de grais, à-peu-près aux trois quarts de sa capacité, on place cette cucurbite dans un fourneau de manière que toute la partie pleine s'y trouve enfoncée, on lutte le col de la cucurbite avec de la terre détrempée, sur le bord du fourneau pour empêcher le chapiteau de s'échauffer, on adapte à cette cucurbite un chapiteau de verre ou encore mieux de fayance, auquel on ajuste un récipient & on donne un feu très-doux que l'on augmente par dégrés. Il faut avoir attention de choisir un chapiteau dont le bec soit un peu large, on est même quelquefois obligé de le réfroidir avec une éponge ou un linge trempé dans l'eau froide, lorsqu'on s'apperçoit que la fillation des gouttes est interrompue, parce que c'est une preuve que les vapeurs ne se condensent pas, & ne pouvant alors s'échapper aussi promptement qu'elles se forment, elles feroient partir le chapiteau & jaillir la liqueur. On prévient encore plus sûrement ces accidens, en ajustant sur le chapiteau un refrigerant de fer blanc, fait exprès pour le toucher de toutes parts, autant qu'il est possible.

Je ne saurois trop insister sur la nécessité absolue d'employer à cette opération une cucurbite de grais ou de verre, il n'est que trop ordinaire de trouver dans le commerce du vinaigre distillé dans des vaisseaux de cuivre, & d'entendre les vinaigriers eux-mêmes avouer sans mistère qu'ils ne se servent pour cela que d'un alambic de cuivre étamé, comme si une couche mince d'étain, qui lui-même est attaqué par le vinaigre, pouvoit défendre le cuivre de l'action de cet acide bouillant; il importe de faire sentir le danger d'un pareil vinaigre, ou même d'en interdire absolument la vente, avec d'autant plus de raison, qu'il ne se débite ordinairement que pour confire des fruits ou autres usages intérieurs.

J'ajoute qu'on ne seroit pas plus en sûreté en employant un chapiteau d'étain: M. Dehne rapporte dans ses remarques sur la préparation du sirop violat, insérées dans la collection des nouvelles découvertes en Chymie de M. Crell, part. 2. page 55, qu'ayant distillé du vinaigre avec un chapiteau d'étain d'Angleterre portant un refrigérant,

il y avoit observé, après une année de repos, un précipité blanc au fond du vaisseau.

Le premier produit de la distillation est moins acide, mais d'une odeur plus agréable; on retire environ les cinq sixièmes du vinaigre sous la forme d'une liqueur blanche, limpide, pénétrante & toujours un peu empyreumatique; il reste dans la cucurbite une liqueur très-acide d'une consistance syrupeuse & qui, par le réfroidissement, dépose beaucoup de cristaux de tartre. Si on continue l'évaporation à une chaleur douce, on trouve à la fin un extrait sec d'une saveur fortement acide qui attire puissamment l'humidité de l'air & qui fournit beaucoup de potasse par l'incinération.

L'odeur empyreumatique vient d'une portion de l'huile du vinaigre qui a été rotie par la chaleur de la distillation, c'est pour diminuer cet inconvénient, que l'on fait l'opération dans un alambic, parce que cette huile passeroit bien plus facilement dans une cornue. Le vinaigre perd à la longue cet empyreume, sur-tout lorsqu'il est exposé à l'air; il peut arriver cependant qu'il en conserve une partie lorsque la distillation a été poussée trop loin, ou lorsqu'on a employé un vinaigre épais & trop chargé; c'est un défaut d'autant plus sensible qu'il affecte à la fois l'odorat & le goût.

Ce n'est pas sans raison que j'appelle cette opération rectification de l'acide acéteux, puisqu'il y est débarrassé de la matière extractive colorante qui lui est absolument étrangère. Il est vrai que le vinaigre distillé est toujours beaucoup plus foible que le vinaigre qu'on a employé, & même que la portion restée dans la cucurbite est plus éminemment acide; mais 1°. Il n'est pas surprenant que la liqueur du récipient soit plus foible puisqu'elle est délayée par toute l'eau du vinaigre. 2°. On se tromperoit bien si on croyoit avec Libavius que cette portion qu'on laisse dans la cucurbite fût un vinaigre radical, un *acide acéteux* plus concentré; c'est, comme l'observe le célèbre Macquer, une matière toute différente, un acide huileux & non spiritueux, moins volatil que le vinaigre & même moins volatil que l'eau. Ainsi quand MM. Malouin & Spielman ont recommandé le vinaigre naturel comme ayant plus de vertu que le vinaigre distillé, il n'est pas possible qu'ils aient entendu parler des vertus propres à l'*acide acéteux* pur, & sur-tout de ses propriétés chymiques, ç'eût été supposer l'effet plus grand que la cause; la nature qui ne se méprend jamais dans ses opérations, nous démontre assez l'identité du principe actif essentiel de ces deux liqueurs par l'identité de leurs affinités & de leurs produits.

Comme l'action des acides est d'autant plus foible qu'ils sont délaiés dans une plus grande quantité de fluide aqueux, on a imaginé plusieurs procédés pour le séparer du vinaigre distillé & en augmenter ainsi la concentration, ce qui étoit d'autant plus difficile que le vinaigre, quoiqu'un peu plus pesant que l'eau, s'élève cependant avec elle, sans doute parce que l'excès de pesanteur n'est pas assez considérable pour vaincre la force d'adhésion.

L'un des procédés les plus simples est celui de la congellation, qui a été indiqué par Sthal: on expose le vinaigre à plusieurs reprises à l'air dans un temps de gelée, le flegme surabondant y forme des glaçons que l'on sépare & qu'on fait égouter sur un tamis; la liqueur qui n'est pas gelée est un vinaigre très-concentré. Cent pintes de vinaigre distillé, après avoir éprouvé un froid de dix degrés au-dessous de la glace, rendent environ quatre ou cinq pintes d'acide que l'on nomme *vinaigre concentré par la gelée*. M. Baumé a observé que lorsqu'on l'exposoit dans des terrines évasées, il y avoit une perte considérable par évaporation. On a l'attention de ne pas jetter les derniers glaçons qui sont comme neigeux, & qui retiennent encore beaucoup d'acide interposé. Le vinaigre ainsi déphlegmé prend une couleur un peu plus obscure par le rapprochement des parties colorantes; on peut le soumettre de nouveau à la distillation pour l'avoir plus limpide. M. Geoffroy est parvenu, par des congellations répetées, à rapprocher l'*acide aceteux* au point que deux gros pouvoient prendre jusqu'à 44 grains de potasse pour leur saturation, tandis que le même poids de vinaigre, avant les congellations, n'exigeoit pas plus de six grains du même alkali.

Le second procédé pour obtenir l'*acide acéteux* concentré, est de lui donner une base à la faveur de laquelle on sépare aisément tout le phlegme surabondant, parce que les acides ne retiennent, dans leurs combinaisons salines, que l'eau qui leur est essentielle. Mais tous les sels acéteux ne sont pas également propres à donner par simple distillation le *vinaigre radical*; ceux dans lesquels la base est trop adhérente à l'acide, le fixent au point qu'il faudroit employer une chaleur qui ne manqueroit pas de détruire ou de décomposer le vinaigre; c'est ce qui arrive quand on traite seuls à la distillation l'acète de potasse, l'acète de soude, l'acète de plomb & autres de cette nature; celui qui a le mieux réussi jusqu'à présent est l'acète de cuivre, ce qui a fait nommer le vinaigre très-fort qu'on en retire *esprit de Vénus*.

Pour le préparer, on met l'acète de cuivre dans une cornue dont un tiers reste vuide, on ajuste un récipient & on distille au fourneau de réverbère. Le feu doit être conduit très-doucement dans le commencement, il s'élève d'abord un phlegme légèrement acide que l'on a soin de séparer, & ensuite un vinaigre très-fort & très-pénétrant qui sort partie en nuages blancs, & partie en gouttes.

M. le marquis de Courtenvaux a fait des observations très-intéressantes sur la concentration, l'inflammabilité & la congellation de cette liqueur; il a remarqué qu'en ménageant extrêmement le

feu, il étoit possible de séparer des produits dont les propriétés étoient très-différentes : de sept portions obtenues successivement, les premières étoient sans couleur, il y avoit entr'elles une gradation très-sensible d'acidité, elles étoient proportionnellement plus pesantes & exigeoient d'autant plus d'alkali pour leur saturation; mais la dernière liqueur se trouva colorée d'un beau verd; elle fut reconnue moins pesante quoique plus acide; elle fut, à vrai dire, la seule inflammable, puisque le sixième produit échauffé au degré de l'ébullition ne put donner quelques signes d'inflammation que dans l'obscurité; elle présenta enfin, le phénomène de la congellation, & sur-tout après sa rectification à un feu doux, qui la débarrassa de la partie colorante & augmenta encore sa concentration, au point qu'elle prit dans le récipient la forme d'une crystallisation solide en grandes lames & en aiguilles. Ce produit que l'on peut nommer *vinaigre glacial*, ne se liquéfie que quand la température est à 13 ou 14 degrés au-dessus de zéro. M. de Courtenvaux soupçonne que cette solidité est due à la combinaison de l'acide végétal, avec le phlogistique, ce qui constitue un espèce de soufre; mais l'état de ce corps concrèt crystallisable & même inflammable, n'établit pas une analogie suffisante pour faire admettre cette hypothèse.

Le résidu de cette distillation poussée jusqu'à rougir le fond de la cornue, est une poussière brune qui a quelquefois un peu du brillant métallique du cuivre. MM. le duc d'Ayen & Proust, ont observé qu'il s'enflammoit spontanément à l'air comme le pyrophore; il se réduit facilement en métal à raison du phlogistique huileux dont toutes ses parties sont environnées.

Il n'est pas douteux que le vinaigre radical ne puisse, par des rectifications, être rendu limpide comme de l'eau & complettement dépouillé de la petite portion de cuivre, ou plutôt d'acéte de cuivre, qu'il a enlevé à la première distillation, mais il ne seroit pas prudent de s'y fier, lors même que l'alkali volatil ne le colore plus en bleu. Il est d'ailleurs tellement caustique qu'il ronge la peau & la cautérise; aussi n'est-il employé que pour les expériences Chymiques. Comme il a une odeur agréable & très-piquante, on en humecte de petits crystaux de vitriol de potasse, qu'on débite sous le nom très-impropre de *sel volatil de vinaigre*.

On peut enfin, obtenir un vinaigre très-concentré des sels acéteux, par l'intermède d'un acide dont l'affinité avec leurs bases soit supérieure à celle du vinaigre, & ici l'on a l'avantage de pouvoir substituer aux sels métalliques presque toujours dangereux, les sels terreux & même alkalins qui dans ce cas laissent aller facilement leur acide. Le tartre raffiné &, à plus forte raison, l'acide tartareux pur, sont en état d'opérer cette décomposition; mais la facilité avec laquelle l'huile du tartre se rôtit, fait que l'on préfère l'acide vitriolique, qui se trouve d'ailleurs dans le commerce à un prix fort inférieur.

On met dans une cornue de verre de l'acéte de potasse, bien sec, on verse dessus à-peu-près un tiers de son poids d'acide vitriolique concentré & très-blanc, on distille doucement au bain de sable sans réverbère, & on trouve dans le récipient un vinaigre extrêmement fort, qui saisit le nez presque comme l'acide sulphureux, c'est ce que M. Westendorf appelle *vinaigre fumant*. Ce qui reste dans la cornue est du vitriol de potasse mêlé d'une portion de sel acéteux non décomposé; car on conçoit qu'il importe de doser l'acide vitriolique de manière qu'il se trouve plutôt au-dessous qu'au-dessus de la proportion nécessaire à la décomposition.

Malgré cette précaution, on ne peut empêcher qu'il ne passe toujours un peu d'acide vitriolique avec le vinaigre, & de-là vient la vapeur suffoquante qui s'en exhale dans les premiers instans. Quelques Chymistes conseillent de le redistiller sur le même sel pour le purifier de ces parties hétérogènes, & ils assurent que l'on parvient de cette manière à lui faire perdre jusqu'aux derniers atômes de l'acide vitriolique qu'il avoit entrainé; mais l'expérience m'a prouvé que cette méthode étoit insuffisante, il étoit même facile de le prévoir par la théorie, puisqu'il ne s'agit pas ici proprement de l'acide vitriolique, mais de l'acide vitriolique phlogistiqué, que l'on sait être plus volatil & moins adhérent à la base alkaline que le vinaigre lui-même, & qui se formeroit toujours nécessairement, en plus ou moins grande quantité, dans l'opération de la rectification, quand il n'y existeroit pas précédemment.

Comme le degré extrême de concentration du vinaigre pouvoit le rendre très-précieux, non-seulement dans les expériences Chymiques, mais encore pour renforcer les vinaigres distillés, qui sont toujours foibles ou aiguisés par des acides étrangers, suspects, j'ai cherché s'il ne seroit pas possible de le purifier complettement, & voici comment j'y suis parvenu.

J'ai préparé une dissolution d'acéte barotique suivant le procédé indiqué à l'article Barote, pour rétirer cette terre du spat pesant, sans autre acide que celui auquel on veut l'unir; la dissolution saturée, je l'ai rapprochée par l'évaporation, & j'ai versé goutte à goutte de cette dissolution dans le vinaigre fumant, distillé quelques mois auparavant, jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de précipité, ni le moindre nuage; il est évident que par ce moyen l'acide vitriolique est passé tout entier à l'état de spat pesant; que ce sel étant absolument insoluble, il n'en reste point dans la liqueur, enfin, que le précipitant n'y laisse lui-même que du vinaigre; en sorte qu'il ne peut y avoir de doute que cet acide végétal ne se trouve dans les deux conditions si difficiles à réunir de la plus grande pureté & d'une extrême concentration.

Le vinaigre employé par M. Wenzel a ses expériences, avoit été retiré de l'acéte de potasse

suivant la méthode de M. Westendorf, & l'examen que M. Wenzel a fait de sa concentration, lui a appris que sur 240 grains de ce vinaigre, il y avoit encore 170 ½ grains d'eau qui s'en séparoient pendant sa combinaison avec les bases.

M. Gellert a placé le phlogistique dans la colonne des affinités du vinaigre, & on ne peut douter qu'il n'y ait réellement quelque affinité entre ces substances, puisque le vinaigre ne dissout le fer qu'autant qu'il est pourvu de son phlogistique; cependant il n'y a aucun exemple de combinaison directe, ni même que le vinaigre abandonne une base quelconque pour s'unir au phlogistique. M. Wenzel a distillé l'acète de potasse très-sec avec la poussière de charbon, & ayant poussé le feu, il a obtenu une liqueur qui approchoit beaucoup de l'huile fetide du tartre raffiné; mais il convient que tout le sel ne pût-être décomposé de cette manière. Le peu de disposition que cet acide montre à s'unir au phlogistique, vient sans doute de ce qu'il existe déja dans sa composition. M. Schéele remarque très-bien que ce principe lui adhère plus fortement qu'aux autres acides végétaux, puisqu'il ne le cède pas à la manganèse, & qu'il passe sans se décomposer lorsqu'on le distille sur cette terre métallique.

M. Bergman a reconnu que la chaux n'enlevoit pas le vinaigre à l'alkali fixe; mais il laissoit à décider si le barote devoit rester à la tête de la colonne où il l'avoit placé par analogie, j'ai vérifié qu'en effet, l'acète barotique n'étoit décomposé ni par l'eau de chaux, ni par les alkalis fixes caustiques, c'est-à dire, absolument privés de gas méphitique au point de ne pas blanchir l'eau de chaux. *Voyez* ALKALI CAUSTIQUE.

Ainsi les affinités du vinaigre avec les différentes bases par la voie humide, peuvent-être indiquées dans l'ordre suivant: le barote, la potasse, la soude, le calce, la magnésie, l'ammoniac, le zinc, la manganèse, le fer, le plomb, l'étain, le cobalt, le cuivre, le nickel, l'arsenic, le bismuth, le mercure, l'antimoine, l'argent, la platine, l'alumine & l'eau.

On ne trouve dans le tableau des affinités de cet acide par la voie seche, que le barote, la potasse, la soude, le calce, la magnésie, l'ammoniac & l'alumine, parce que la portion de vinaigre qui se détruit par le feu, tend à réduire les substances métalliques.

En général le vinaigre est un des acides végétaux les plus foibles, puisque, suivant l'observation de M. Schéele, il se laisse enlever la base alkaline par les acides du citron & du tamarin.

Le vinaigre se combine encore avec l'esprit-de-vin. *Voyez* ETHER ACÉTEUX.

Le vinaigre distillé ordinaire qui est chargé de beaucoup d'eau, ne s'unit que très-difficilement & en petite quantité aux huiles essentielles; de-là vient que les vinaigres aromatiques sont toujours moins agréables que les alcohols ou teintures spiritueuses, & pour les avoir plus parfaits, on est obligé d'y ajouter, lors de la distillation, un peu d'esprit-de-vin, qui s'empare de l'esprit recteur. Mais les expériences de MM. Westendorf & Achard ne permettent pas de douter que l'*acide acéteux* concentré n'ait une action très-marquée sur toutes les huiles essentielles. Le premier est parvenu à dissoudre jusqu'à 80 grains d'huile de romarin dans 480 grains de vinaigre concentré, suivant sa méthode; ce vinaigre devint très-volatil, & après la distillation, pendant laquelle il en étoit passé cinq sixièmes, il avoit un coup-d'œil laiteux, & on voyoit quelques goutes d'huiles nager à sa surface. Le résidu donna par l'évaporation 16 grains de résine d'une odeur très-forte. Le même Chymiste ayant pareillement dissous du camphre dans son vinaigre, il s'est enflammé & a brûlé presque en totalité. Cette dissolution étoit décomposée par l'addition de l'eau.

M. Achard a fait bouillir le vinaigre concentré avec l'huile empyreumatique de corne de cerf, l'huile essentielle d'anis & l'huile essentielle d'angélique; il y a eu dissolution entière quand l'acide s'est trouvé en assez grande quantité; ces dissolutions devenoient laiteuses par l'addition de l'eau distillée, & l'alkali y occasionnoit un précipité blanc abondant.

Le vinaigre n'a pas, à beaucoup près, une action aussi marquée sur les huiles grasses. M. Achard l'a fait bouillir avec l'huile d'olive & avec l'huile d'amandes: la première n'éprouva aucun changement, la dernière s'épaissit un peu, mais l'affusion de l'alkali ne troubla pas l'acide & n'y occasionna aucun précipité.

Le vinaigre dissout très-bien les gommes, & c'est par-là qu'il acquiert les propriétés des plantes dont les parties actives résident dans le principe gommeux.

Le vinaigre saturé à froid de gomme arabique, ou même de la gomme indigène que l'on débite sous ce nom, forme un sirop économique dont l'usage peut devenir très-avantageux dans les campagnes pour servir de boisson aux malades qui sont hors d'état de se procurer des citrons; le vinaigre seul, & même le vinaigre sucré, auxquels on est forcé de recourir, sont le plus souvent contre-indiqués par la propriété qu'ils ont de pousser à la peau, au lieu que le vinaigre uni à un principe aussi susceptible de mucidité se rapproche infiniment de la nature de l'acide du citron.

La dissolution acéteuse de gomme fournit encore une colle très-commode, en ce qu'elle se conserve sans altération & dans l'état de fluidité que l'on désire pour pouvoir l'employer sur le champ.

Le vinaigre ne paroît avoir aucune action sur les résines pures, il est sûr du moins qu'il n'attaque pas le caoutchouc, M. Berniard l'a fait digérer à froid & à chaud sur cette résine élastique, les morceaux sont restés agglutinés au fond de la liqueur sans la moindre altération.

On avoit recommandé en dernier lieu le vinai-

gre comme le spécifique le plus sûr contre toutes les vapeurs malfaisantes & même comme capable de détruire les odeurs désagréables, on ne se bornoit pas à dire qu'il pouvoit être utile contre les vapeurs alkalines putrides, ce qui auroit eu du moins quelque fondement, quoiqu'à cet égard l'acide muriatique plus puissant & plus volatil, soit en cette occasion bien supérieur au vinaigre; on supposoit encore que cet acide devoit neutraliser les vraies moufettes qui ne sont elles-mêmes qu'un gas acide, on supposoit qu'il devoit neutraliser le gas délétère de toutes les fosses d'aisance, même de celles de Paris, qui recèlent un vrai hépar ou foie de soufre volatil produit par la combinaison du plâtre avec l'ammoniac, tandis que tous les Chymistes savent que le vinaigre ne sert qu'à dégager l'odeur hépatique & à en augmenter sur le champ l'intensité. Cette prétendue découvrete, annoncée avec emphase, avoit déja saisi les esprits, malgré les réclamations des gens instruits, dont on ne manque pas en pareil cas, de présenter le témoignage comme suspect; mais le prestige n'a duré que jusqu'à la malheureuse expérience dont les commissaires réunis de la société royale de médecine & de l'académie royale des sciences, dressèrent procés verbal le 23 mars 1782, & qui a été publié par ordre du roi.

ACIDE ACÉTEUX, (*Pharm.*) quoique tous les végétaux susceptibles de fermentation spiritueuse puissent fournir cet acide, c'est celui qu'on retire du vin qui doit se trouver dans les pharmacies, & dont elles doivent offrir quatre espèces, vulgairement connues sous le nom de vinaigre, & qui sont le vinaigre rouge, le vinaigre distillé, le vinaigre concentré à la gelée & le vinaigre retiré par la distillation de l'acète de cuivre, qu'on a nommé vinaigre radical. On a vu dans l'article précédent qu'elle est la nature de ces differentes espèces de vinaigre, par quels procédés on se les procure, & quelles sont leurs propriétés Chymiques; il ne sera question ici que de leurs qualités médicinales, & de la préférence à donner dans l'occasion aux unes ou aux autres des ces espèces. Mais comme il importe de pouvoir, en prescrivant le vinaigre, prévoir ses effets par la connoissance de son degré d'acidité, je vais indiquer ici d'après M. Géoffroy, une méthode capable de l'apprécier. Celui qui par la gelée à été réduit de 18 parties à 6, absorbant par gros onze grains d'alkali fixe, bien sec, le plus foible n'en dissout que deux; ainsi pour juger du degré d'acidité d'un vinaigre, il faut y jetter de l'alkali fixe crystallisé, & estimer sa force par la quantité du sel dissous. J'ai soumis à cette expérience du vinaigre distillé, & du vinaigre radical, & j'ai trouvé que 100 grains de celui-ci, avoient dissous 23, 95 de grain de potasse méphitisée, & que pareille quantité de l'autre avoit dissous 14, 58 de grain du même alkali.

Le vinaigre à raison de son acidité, a la propriété de neutraliser les humeurs ou alkalisées, ou alkalescentes. Le principe acidifiant qu'il contient, qui a beaucoup d'affinité avec la matière ignée, & que la chaleur animale exaltée suffit pour rendre libre & capable de diminuer la somme des molécules ignées développées dans la masse humorale, le met en état de dissoudre les humeurs que l'excès de ces molécules avoit condensées, & de corriger celles qu'une putridité commençante, ou déja portée à un degré considérable, avoit altérées; si la qualité atractive de son acide en fait un roborant irritant des fibres, le principe huileux qui entre dans sa combinaison, en diminuant son énergie, modifie son action, de manière à la rendre moins redoutable que celles des acides minéraux.

Par la réunion de ces différentes propriétés, le vinaigre est un roborant modéré, un correctif édulcorant, absorbant du feu, réintégrant des humeurs, & conséquemment un rafraichissant, un raffermissant, un antiseptique curatif & prophilactique & capable de régler le ton des fibres, de rendre aux humeurs leur consistance naturelle & de dépurer la masse humorale en favorisant par la transpiration, par les sueurs, par les urines, l'évacuation de celles de leurs parties qui ne sont pas susceptibles d'être réintégrées, & qui devenues des corps étrangers à l'économie animale, ne pourroient séjourner dans le corps, sans troubler l'harmonie de ses fonctions. On n'employe le vinaigre radical que pour les combinaisons salines & comme un violent irritant capable de ranimer les forces vitales en irritant les nerfs olfactifs: le vinaigre concentré par la gelée, & le vinaigre distillé peuvent l'être comme médicament; mais c'est du rouge dont on se sert communément & dont on fait usage, tant à l'extérieur que pour l'intérieur.

La propriété roborante du vinaigre le rend un répercussif efficace à la suite des contusions, avantageux dans les inflammations externes commençantes, dangereux lorsqu'elles sont assez avancées pour que l'on doive craindre le froncement des vaisseaux & la gangrene qui en feroit la suite; cette même propriété fait du vinaigre un astringent utile dans les hémorragies du nez, & dans celles de la matrice qui ont pour cause l'atonie de ce viscère; un antiseptique externe dans les gangrenes humides; un détersif des ulcères avec chairs baveuses & molles. Ce remède appliqué extérieurement est encore par sa qualité absorbante de la matière ignée, un remède avantageux contre les brûlures légéres; un correctif des acres dans les dartres & dans les éruptions accompagnées de démangeaisons vives, dans les piqures des abeilles, des cousins & autres insectes de cette classe; enfin, un restaurant, par son action sur les nerfs dont il réveille la sensibilité.

L'usage interne du vinaigre est encore favorable dans un plus grand nombre de circonstances, il calme la chaleur animale, il prévient l'altération où la bile, les levains putrides & pestilentiels, un travail excessif dans des saisons brulantes, & la tendance des aliments à la putridité pourroient

porter les humeurs ; il corrige celles que ces causes ont altérées, appaise la soif, excite & modère les sueurs, augmente la sécrétion des urines, arrête les effets funestes de l'opium pris avec excès, calme les spasmes causés par de trop fortes doses des émétiques antimoniaux, dissipe les accidens soporeux de l'ivresse ; & des observations récentes donnent lieu d'espérer qu'on pourra l'administrer avec avantage dans la rage confirmée par l'hydrophobie, & dans les empoisonnemens par l'arsénic.

Excepté les cas de gangrene externe, humide & d'ulcères indolens, sanieux & recouverts de chairs baveuses, contre lesquels on employe le vinaigre à une température un peu supérieure à la naturelle, c'est toujours à celle de 16 degrés du thermometre de Réaumur & au-dessous, qu'on en fait usage tant à l'extérieur qu'à l'intérieur.

On l'employe ordinairement uni à l'eau & ce mélange porte le nom d'*oxycras*; uni au miel il prend celui d'*oximel* ; uni au sucre il forme des *sirops*. *Voyez ces mots*.

On a vu, à l'article des acètes, qu'il se combinoit avec les terres effervescentes & avec quelques terres métalliques & formoit différens sels. On verra aux articles ONGUENS, EMPLATRES, qu'il entre dans la composition de plusieurs de ces préparations & à ceux ALCOHOLS, qu'on peut le dulcifier comme les acides minéraux ; & à l'article ÉTHER ACÉTEUX, qu'il s'unit à l'esprit-de-vin, en état d'huile éthérée.

L'*acide acéteux* est employé à extraire différens principes des végétaux, & les compositions qui en résultent, prennent différens noms relativement aux espèces des substances végétales exposées à son action dissolvante. *Voyez* VINAIGRES COMPOSÉS.

Cet acide est le dissolvant des gommes-résines. *Voyez* PRÉPARATIONS DES GOMMES-RÉSINES & LEURS DISSOLUTIONS.

Il dissout aussi les graisses & forme avec elles des espèces de savons. Par cette propriété il est un condiment très-utile dans la préparation des alimens, mais son usage excessif peut être dangereux, le vinaigre peut en tant que dissolvant des graisses, porter ceux qui en abusent à un état de maigreur funeste.

On a cru avoir tiré du vinaigre un sel essentiel, mais on verra au mot SEL ESSENTIEL, qu'on s'est trompé.

L'*acide acéteux* entre comme partie composante, dans un sel efficace contre les angines aphteuses, & connu sous le nom de *sel Pharingien*. *Voyez ce mot*.

ACIDE ANIMAL, c'est le nom que l'on donne en général à tout acide qui existe dans quelques substances animales, ou qui en est tiré. L'acide formicin existe bien sûrement dans les fourmis, & on ne fait que le séparer par la distillation ; l'acide sébacé au contraire, n'est pas en état d'acide libre dans le suif.

Indépendamment des six acides que nous avons indiqués à l'article ACIDES, comme appartenant à ce règne, il y en a d'autres que l'on obtient par la distillation de la chair, du sang, de la graisse & de la plupart des matières animales, comme je le ferai remarquer lorsque je m'occuperai de leur analyse. M. Macquer propose de les désigner particulièrement sous le nom d'acides animaux empyreumatiques, parce qu'on ne les obtient en effet, qu'à un degré de feu qui rôtit une portion de l'huile qui les accompagne, & dont ils retiennent le goût.

Ces acides sont ordinairement assez foibles, ce que l'on attribue à l'huile qui entre dans leur composition ; mais on sent combien il seroit intéressant d'examiner si cette huile leur est essentielle, on parviendroit peut-être à la séparer comme on parvient à séparer la matière extractive colorante de l'*acide acéteux* ; il seroit facile de s'assurer si après cette rectification, ces acides seroient bien les mêmes qu'auparavant, en comparant les produits de leurs combinaisons dans ces différents états ; il pourroit arriver que ces acides ainsi débarrassés d'un mélange savoneux qui masquoit leurs propriétés, reprendroient plus d'énergie & se rapprocheroient enfin, de quelques-uns des acides plus simples qui nous sont déja connus ; il est par exemple très - vraisemblable que les acides de toutes les matières graisseuses pourroient être purifiés au point de ne former qu'une substance identique avec l'acide sébacé.

ACIDE ARSENICAL, les anciens Chymistes avoient bien reconnu dans l'arsenic une qualité saline & même corrosive, puisque Beccher le nommoit *eau forte coagulée* ; mais ils étoient bien éloignés de soupçonner qu'on en pût retirer un véritable acide. Ce fut en 1746, que M. Macquer fit le premier pas vers cette importante découverte, en démontrant la possibilité de neutraliser complettement l'alkali du nitre par l'arsenic (*Voyez* ARSENIATE DE POTASSE.) A la vérité M. Macquer n'étoit pas parvenu à recueillir séparément le principe acide de cette substance, de manière à le combiner directement avec la base alkaline, mais son existence n'étoit pas moins prouvée aux yeux de ceux qui, conduits par une saine logique, ne se croient pas fondé à nier la réalité d'un corps par cela seul, qu'on n'a pas encore trouvé le moyen de l'isoler de toute base. Aussi les auteurs des élémens de Chymie de l'académie de Dijon n'hésitèrent-ils pas de placer cette substance essentielle à l'arsenic au nombre des dissolvans acides ; ils publièrent dans le second volume imprimé en 1778, une suite d'essais pour combiner ce nouveau dissolvant avec toutes les bases terreuses & métalliques, soit par voie d'échange, soit en faisant intervenir, comme M. Macquer, l'acide nitreux dans l'opération ; ils annoncèrent enfin, qu'il regardoient l'ancienne composition appellée foie d'arsenic comme un vrai hépar ou sel à trois parties qui différoit du sel neutre de M. Macquer, parce qu'il contenoit du phlogistique.

Il étoit réservé au célèbre Schéele de mettre cette vérité dans tout son jour, en indiquant le procédé pour obtenir l'*acide arsenical* pur & privé de cette portion de phlogistique, qui masquoit une partie de ses propriétés ; il l'annonça pour la première fois en 1774, en publiant dans les mémoires de l'académie de Stockolm, les belles expériences qu'il avoit faites sur la manganèse, d'après l'invitation de M. Bergman ; j'entrepris de le démontrer au cours public de l'académie de Dijon en 1779, sur la simple notice qu'en avoient donnée quelques ouvrages périodiques, & j'eus dès la première opération le succès le plus complet. (*Journ. phys. tom. XIII, pag. 471.*) voici en quoi elle consiste :

Prenez une livre de manganèse noire, solide ou en chaux friable, il n'importe, celle qui est dans le commerce à l'usage des verriers & des potiers est également bonne. J'ai employé souvent celle de Romanech en Bourgogne.

Pulvérisez-là exactement, mettez-là dans une cornue de verre, versez dessus une livre & demie d'acide muriatique simple ou esprit-de-sel non fumant, placez la cornue au fourneau de réverbère, mettez dans un ballon 4 onces d'arsenic blanc crystallin réduit en poudre fine, versez de l'eau dans le ballon jusqu'à ce que l'arsenic en soit bien humecté & même qu'il y en ait une couche au-dessus de une ou deux lignes; ajustez ce ballon en forme de récipient à la cornue & distillez à l'ordinaire en augmentant le feu par degrés.

L'acide ne tarde pas à s'élever en vapeurs qui rougissent le ballon ; lorsque ces vapeurs cessent, il est temps d'arrêter la distillation.

Les vaisseaux réfroidis, on délutte, & on retrouve dans le ballon l'arsenic blanc, à-peu-près comme on l'y a mis, excepté que son volume a diminué de la portion dissoute dans la liqueur qui surnage, de sorte que tout porte à croire qu'il n'a réellement éprouvé aucun changement ; mais la vérité est qu'il est décomposé, c'est-à-dire, qu'il a perdu son phlogistique & qu'il n'en reste plus que la partie acide propre à cette substance.

Pour s'en convaincre, on fait passer dans une cornue de verre tout ce qui est dans le ballon, & on distille jusqu'à siccité au fourneau de réverbère; le produit de cette distillation est l'acide muriatique ordinaire qui se trouve ainsi séparé de l'arsenic ; celui-ci reste dans le fond de la cornue comme une masse sèche & fixe ; ce n'est donc plus l'arsenic tel qu'il étoit au commencement, car il est bien certain qu'il se seroit sublimé au degré de feu que l'on lui a fait subir ; c'est l'acide pur de l'arsenic, & j'aurai bientôt occasion d'en fournir autant de preuves qu'il montre de propriétés différentes.

Si on examine la première cornue où on avoit mis la manganèse avec l'acide muriatique simple, on ne trouve qu'un résidu sec, qui ne paroit pas avoir changé de nature ; mais lorsqu'on verse dans la cornue un peu d'eau chaude, la masse se détache des parois, & on voit se former une quantité de petits crystaux prismatiques blancs qui se groupent en étoiles ; c'est le muriate de manganèse. *Voyez ce mot.*

Pour bien comprendre ce qui se passe dans cette opération, l'une des plus belles qui aient jamais été faites en Chymie, il faut réunir ici quatre points de théorie aussi neufs qu'importans qui seront développés aux articles ACIDE MURIATIQUE & CHAUX DE MANGANÈSE, & dont cette même opération fournit l'une des preuves les plus directes :

1°. Pour que la chaux noire de manganèse soit dissoute par les acides, il faut y porter des matières capables de lui fournir du phlogistique, ou que les acides soient naturellement phlogistiqués ; autrement on n'obtient que des dissolutions imparfaites & colorées. Ici la dissolution a été saturée & sans couleur, la manganèse a donc trouvé dans l'acide muriatique simple l'intermède nécessaire à cette combinaison.

2°. Les vapeurs rouges qui se sont élevées, qui se sont condensées dans l'eau du ballon, ne sont plus de l'acide muriatique ordinaire, mais de l'acide muriatique déphlogistiqué, qui devient par-là en état d'attaquer l'or, seul & sans le secours d'un autre acide. *Voyez* ACIDE MURIATIQUE DÉPHLOGISTIQUÉ.

3°. L'acide muriatique, qui a cédé à l'affinité supérieure de la manganèse le phlogistique qui entroit naturellement dans sa composition, se trouve à son tour, en vertu d'une affinité plus puissante, capable de reprendre même à froid ce principe à l'arsenic blanc, & l'acide de ce dernier reste à nud.

4°. L'acide muriatique déphlogistiqué qui a repris le phlogistique de l'arsenic & qu'on en sépare par la seconde distillation, se trouve en état d'acide muriatique ordinaire ou recomposé, qui ne peut plus attaquer l'or.

Telle est la théorie lumineuse qui résulte de cette expérience & qui se trouve confirmée par tous les résultats correspondans, soit directs, soit inverses. M. Schéele en eut la première idée, en observant que l'addition de l'arsenic blanc pulvérisé dans la dissolution alkaline de manganèse, ou *caméléon minéral*, détruisoit la couleur verte, & qu'en étendant la masse dans l'eau, il se précipitoit une chaux de manganèse blanche, c'est-à-dire, phlogistiquée. De-là il conclut que l'arsenic blanc tenoit du phlogistique & que ce principe pouvoit lui être enlevé ; il se rappella que l'acide nitreux se phlogistiquoit en effet, lorsqu'on le traitoit avec l'arsenic, & il vit la possibilité de le résoudre en ses parties constituantes.

Ce mélange de l'arsenic blanc avec le *caméléon minéral* fournit, comme l'on voit, un troisième procédé de séparer l'acide arsenical de son phlogistique ; mais il fait passer immédiatement l'acide à l'état de sel neutre comme celui de M. Macquer, je vais en indiquer

un quatrième qui donne l'acide libre, & pour lequel on n'a pas besoin de la manganèse ; il est tiré de la dissertation de M. Bergman.

On fait dissoudre dans l'acide muriatique concentré, à l'aide de l'ébullition, le tiers de son poids d'arsenic blanc ; si on laisse refroidir la liqueur, il se forme un précipité abondant qui est un vrai muriate arsenical, que l'on peut même obtenir en forme de crystaux ; mais si, pendant que la liqueur est encore bouillante, on y verse peu-à-peu de l'acide nitreux, environ le double du poids de l'arsenic, & qu'on fasse ensuite évaporer toute la liqueur, le résidu sera de l'*acide arsenical* libre, que l'on purifiera aisément de tout acide étranger, en le faisant calciner, jusqu'à ce qu'il commence à rougir. 100 parties d'arsenic blanc donnent de cette manière à-peu-près 80 parties d'acide sec ; l'arsenic étant très-divisé au moyen de sa dissolution, l'acide nitreux s'empare avec plus de facilité de tout son phlogistique.

Ainsi la conversion de l'arsenic en acide n'est pas l'effet d'une substance particulière & déterminée que l'on puisse regarder comme donnant un nouveau produit par une simple modification ; en général l'arsenic est décomposé par tous les procédés déphlogistiquans ; c'est-à-dire, par tous les corps qui attirent plus fortement le phlogistique. M. Landriani, dans sa dissertation sur la formation de l'air vital, qu'il appelle déphlogistiqué, remarque très-bien que puisque l'*acide arsenical* est complettement le même, soit qu'on le retire par l'intermède de l'acide nitreux, de l'acide muriatique, ou de l'acide régalin, il n'est pas possible que les acides minéraux entrent dans sa composition ; il ajoute à cette réflexion deux observations bien décisives ; l'*une* que l'*acide arsenical*, obtenu par l'intermède de l'acide vitriolique, ne donne point d'acide sulfureux lorsqu'on le traite avec la poussière de charbon ; l'*autre* que l'on peut obtenir l'*acide arsenical* sans l'intermède d'aucun acide, en faisant sublimer plusieurs fois l'arsenic blanc dans des vaisseaux fermés, pourvu qu'on ait l'attention d'y renouveller l'air, & que cet air se phlogistique à mesure que l'arsenic se décompose ; il présume avec raison que l'introduction de l'air vital dans les vaisseaux, hâteroit encore cette décomposition.

Enfin, nous verrons qu'en traitant l'arsenic blanc avec le nitre ammoniacal, on parvient à recueillir séparément l'acide nitreux phlogistiqué, l'ammoniac & l'*acide arsenical* pur. *Voyez* ARSENIATE AMMONIACAL.

Il ne faudroit pourtant pas conclure de ces faits que ce que nous appellons *acide arsenical* existe tout formé dans l'arsenic blanc & avec toutes les parties qui le constituent tel ; la théorie que j'ai établie à l'article ACIDE, résiste à cette conséquence : l'*acide arsenical* est, comme tous les autres acides, composé de l'air, principe acidifiant commun, & de la substance essentielle de l'arsenic, qui, unie au phlogistique en différentes proportions, produit le régule ou la chaux blanche d'arsenic ; qui, privée de phlogistique & combinée avec l'air acidifiant, forme un acide d'un genre particulier.

On ne sera pas embarrassé d'indiquer qu'est ce qui fournit l'air à la chaux blanche d'arsenic lorsqu'on la traite avec le nitre, ou avec l'acide nitreux ; à la vérité, il n'étoit pas aussi bien vérifié avant cette expérience, que l'acide muriatique contint de même une portion d'air acidifiant, qu'il pût céder à l'arsenic en lui prenant son phlogistique, en sorte qu'il dût encore être placé au nombre de ces substances, déja si nombreuses, qui sont toujours combinées avec l'un de ces principes, & qui ne quittent l'un que pour reprendre l'autre. Mais puisque l'*acide arsenical* obtenu, par ces divers procédés, est toujours identique, il s'en suit nécessairement que les différens intermèdes employés ont été en état de lui fournir la matière qui lui manquoit pour se montrer en cet état. J'ajoute que l'existence de l'air dans l'*acide arsenical*, est prouvée tout à la fois par synthèse & par analyse : on a vu que M. Landriani avoit produit cet acide, en mettant simplement la chaux d'arsenic en contact avec l'air commun ; le même physicien a retiré de l'air vital ou déphlogistiqué de l'arseniate calcaire, de l'arseniate alumineux & de l'arseniate de zinc.

L'*acide arsenical* rougit les infusions de Tournesol & de violettes, & les rétablit, comme tout autre acide, quand elles ont été altérées par les alkalis.

Cet acide est fixe au feu, mais s'il est en contact avec des matières qui puissent lui fournir du phlogistique, il se régénère de l'arsenic blanc, qui étant plus volatil ne tarde pas à se sublimer. Il en est de même lorsque l'on expose l'*acide arsenical* à un feu poussé jusqu'à l'incandescence ; M. Bergman pense que dans ce cas il décompose la matière calorifique & en reçoit la quantité de phlogistique nécessaire à cette régénération.

L'*acide arsenical* donne, ainsi que la chaux blanche, le régule d'arsenic, lorsqu'on le traite avec des flux réductifs ou des matières charbonneuses pour le saturer complettement de phlogistique. M. Pelletier ayant fait passer du gas inflammable (tiré du fer par l'acide vitriolique) dans de l'*acide arsenical* en liqueur, eut un précipité noirâtre, qui se trouva avoir toutes les propriétés du régule. Cette expérience ingénieuse nous donne un exemple d'une réduction directe par la voie humide, & une preuve nouvelle de l'identité du gas inflammable & du phlogistique. Le même Chymiste a essaié la décomposition du soufre par cet acide ; il a reconnu qu'elle n'avoit pas lieu par la voie humide ; mais ayant exposé au feu dans un matras ½ gros d'*acide arsenical* pur (retiré par déliquescence de la décomposition de l'arseniate ammoniacal) & pareille quantité de fleurs de soufre, il se dégagea de l'acide sulfureux très-vif, & il y eut un sublimé de très-beau réalgar ; d'où il résulte que l'*acide arse-*

nical s'empare du phlogistique du soufre, le réalgar étant le produit de l'arsenic régénéré avec une portion de soufre non décomposé.

L'*acide arsenical*, exposé à l'air, en attire l'humidité & se résout à la fin tout entier en liqueur.

Il n'exige à une chaleur de 12 degrés du thermomètre de Réaumur, que les deux tiers de son poids d'eau pour sa dissolution, tandis qu'à la même température, une partie d'arsenic blanc en exige quatre-vingt d'eau, qu'il en exige encore 10 parties $\frac{1}{2}$ au degré de l'ébullition, suivant M. Wenzel, & même 15, suivant l'estimation de M. Bergman.

Ayant conservé cet acide en liqueur dans un flacon bien bouché, j'y trouvai, l'année suivante, de très-beaux crystaux octaëdres formés de deux pyramides quadrangulaires, jointes base à base; ces crystaux étoient de la couleur de la topase & tout aussi transparens. Jettés dans un creuset rougi, ils s'évaporèrent sans résidu en répandant l'odeur d'ail; ce qui prouve que c'étoit de l'arsenic blanc non décomposé, qui étoit resté mêlé avec l'acide, faute d'un degré de feu suffisant pour le volatiliser, & qui étoit tenu en dissolution à la saveur de l'acide.

L'*acide arsenical* dissous dans l'eau, peut être réduit à siccité par l'évaporation & même poussé à l'état de verre transparent, sans aucune altération; puisqu'il ne cesse pas d'attirer l'humidité de l'air. Nous aurons occasion de remarquer que ce verre agit fortement sur les creusets.

Cet acide uni aux différentes bases terreuses, alkalines & métalliques, forme des ARSENIATES, *Voyez* ce mot. Il forme aussi des espèces d'hépars ou composés à trois parties, que je nomme *trisules arsenicaux*, par les raisons exposées à l'article DÉNOMINATION.

M. Bergman indique dans sa table les affinités de l'*acide arsenical par la voie humide* dans l'ordre suivant: la chaux, le barote, la magnésie, la potasse, la soude, l'ammoniac, le zinc, la manganèse, le fer, le plomb, l'étain, le cobalt, le cuivre, le nickel, le bismuth, le mercure, l'antimoine, l'argent, l'or, la platine, l'alumine, la chaux de fer & l'eau.

La table, imprimée à la suite des leçons de Chymie de M. Scheffer, plaçoit la chaux après le barote & les deux alkalis fixes. Mais M. Bergman a reconnu depuis que la chaux enlevoit l'*acide arsenical* à la potasse.

On ne voit pas dans cette liste le phlogistique, parce qu'en effet, il n'enlève cet acide à aucune des bases qui y sont nommées; j'ai fait passer le gas inflammable dans une dissolution d'arseniate de potasse, & il n'y a produit aucun changement. Il y a lieu de croire cependant, comme l'ont pensé les académiciens de Dijon, que ce sel neutre n'a agi comme poison stupéfiant dans l'épreuve qu'ils en ont faite sur un chien, que parce que l'acide reprenoit insensiblement du phlogistique, mais il est également probable que cette décomposition n'étoit pas l'effet d'une affinité simple; & si l'on vouloit tirer parti de la propriété de l'arsenic, d'absorber le phlogistique, comme indiquée dans le traitement du virus cancéreux, de l'hydrophobie ou autres maladies aussi cruelles qui n'ont point encore de remèdes connus. (*Voyez* CHAUX D'ARSENIC,) le plus sûr seroit sans doute d'essayer l'acide lui-même délaié, & à très-petites doses. L'affinité de cet acide avec le phlogistique est bien établie par l'observation de M. Bergman dans son analyse du fer, qu'il ne se dégage point de gas inflammable pendant la dissolution de ce métal dans l'*acide arsenical*; ce qui ne peut venir, comme il le remarque, que de ce que le phlogistique qui devoit le fournir s'unit à une portion de l'acide & régénère la chaux blanche d'arsenic.

Par la voie sèche, le phlogistique se trouve au premier degré d'affinité, viennent ensuite la chaux, le barote, la magnésie, la potasse, la soude & l'alumine.

ACIDE BENZONIQUE, c'est un acide concret, volatil, que l'on retire du benjoin, espèce de baume que l'on apporte du royaume de Siam, & de l'île de Sumatra; on a cru qu'il venoit de l'arbre nommé par Linné *Laurus Benzoinum*; mais M. Bucquet assure que la plante qui le fournit n'est pas connue.

Blaise de Vigenère est un des premiers qui ait parlé de ce sel acide, dans son traité du feu & du sel, imprimé à Paris, en 1608; il lui donna le nom de *fleurs de benjoin*, parce qu'il le retiroit par sublimation; ce procédé a été long-temps le seul connu, & il est même encore aujourd'hui le plus en usage; cependant Geoffroy annonça en 1738, qu'on pouvoit l'extraire par l'eau.

Pour l'obtenir par sublimation, on met dans un pot de terre, cuite en grais, & non vernissée, un peu haut & qui ait un rebord, trois ou quatre onces de benjoin, bien net & grossièrement pulvérisé; on couvre le pot d'un cornet de carton mince, ou de papier blanc double & collé, que l'on lie sur le bord; on place cet appareil sur les cendres chaudes; on change le cornet de deux en deux heures, pour que les fleurs s'attachent plus facilement à sa surface, & afin de séparer les premières qui sont plus blanches; & on arrête la sublimation quand elles commencent à jaunir, ce qui vient d'une portion d'huile qui s'élève avec elles.

Tel est le procédé de Lemery & de la plupart des Chymistes qui l'ont suivi; M. Bucquet substitue à cet appareil, deux terrines vernissées, dont les bords sont usés, pour s'adapter parfaitement, & dont la jointure est couverte d'une bande de papier collé; il observe avec raison, qu'il se perd beaucoup de sel à travers le papier, ce dont on peut juger par l'odeur qui s'exhale pendant l'opération; il recommande, enfin, de pratiquer un petit trou dans la terrine supérieure, cela peut être nécessaire pour donner issue à l'air raréfié, l'orsqu'on veut

épuiser le benjoin, ce qui exige une chaleur au moins égale à celle de l'eau bouillante; mais on peut négliger cette précaution, lorsqu'on ne cherche qu'à recueillir les fleurs dans toute leur pureté.

Pour extraire le sel acide du benjoin, par lixiviation, on le pulvérise, on le fait digérer dans l'eau à un feu doux, on filtre la liqueur chaude, & le sel s'y crystallise en aiguilles à mesure qu'elle se réfroidit. On en retire toujours beaucoup moins de cette manière, parce que, comme l'observe M. Schéele, l'eau ne pouvant pénétrer la partie résineuse, n'agit qu'à la surface; d'ailleurs en augmentant la chaleur, il se forme bientôt une masse gommeuse qui retient le sel acide.

La quantité du sel que l'on obtient varie encore suivant la qualité du benjoin, celui que l'on nomme benjoin amygdaloïde, parce que le baume y est en larmes, en fournit le plus, & on le préfère comme le plus pur; M. Spielman assure avoir retiré en fleurs le quart du benjoin qu'il avoit employé; il est vrai qu'il distilla ce qui étoit resté après la sublimation, & qu'il sépara encore par crystallisation, une portion de ses fleurs, qui étoient montées à la distillation avec l'huile & le flegme; mais malgré cela, il est permis de douter d'un produit aussi considérable d'après le travail d'un Chymiste très-exact, dont je dois faire connoitre ici en détail les expériences, puisqu'elles l'ont conduit à déterminer le procédé le plus avantageux pour retirer l'acide du benjoin.

M. Schéele, dans un mémoire qu'il donna en 1776, à l'académie royale de Stockolm, rapporte qu'ayant distillé à la cornue 96 parties de benjoin, il n'avoit obtenu après la séparation complette de l'huile empyreumatique, qu'entre 9 & 10 parties de fleurs.

Il essaya de faire bouillir dans l'eau, de la craie & du Benjoin pulvérisés, il filtra la liqueur chaude; elle ne donna point de crystaux par le réfroidissement; mais y ayant versé quelques gouttes d'acide vitrolique, il y eut sur le champ, un précipité qui annonça que le sel du benjoin, s'étoit uni à la craie comme un acide; cependant, il n'obtint pas par ce procédé, plus de sel de benjoin, que par la lixiviation ordinaire.

Il imagina qu'il parviendroit à séparer tout ce sel en ajoutant à l'eau une substance capable d'attaquer la résine; il fit bouillir en conséquence le benjoin avec de la potasse, il satura ensuite la liqueur avec un acide, & obtint en effet un précipité de sel de benjoin; mais il remarqua que pendant l'ébullition, le benjoin se réunissoit & surnageoit comme une résine épaisse, ce qui ne permettoit pas d'espérer une séparation bien complette.

Il fit un troisième essai avec la chaux vive, comme l'une des substances les plus propres à rompre l'aggrégation du benjoin, en agissant sur sa partie résineuse; il reconnut bientôt que cet intermède étoit réellement le plus avantageux, puisque sur 96 parties de benjoin, il obtint de 13 à 14 parties de sel acide pur & privé de l'huile empyreumatique, qui altère ordinairement les fleurs. Voici comment il décrit son procédé.

On prend 5 onces, 2 gros 2 scrupules de chaux vive, (*C'est le poids que donne la réduction à la livre de Paris.*) on verse dessus le double de son poids d'eau, & quand le bouillonnement a cessé, on y ajoute 8 livres d'eau; on met alors dans une terrine vernissée, une livre de benjoin réduit en poudre fine; on y verse d'abord environ 8 onces de l'eau de chaux, car si on versoit tout en une fois, le mélange se feroit difficilement, le benjoin pourroit se réunir; on met le mélange sur un feu doux pendant une demie heure, & on remue continuellement. Après avoir retiré du feu, on laisse la matière en repos pendant quelques heures pour qu'elle dépose; on décante la liqueur claire dans une terrine, on jette encore sur le résidu 8 livres d'eau; on laisse reposer demie heure, on décante pareillement dans la terrine; on arrose encore le résidu, on le fait bouillir, comme auparavant; on répète ce lavage une ou deux fois, après quoi on jette ce résidu sur un filtre, où on l'arrose de nouveau & à plusieurs reprises avec de l'eau chaude.

Dans cette opération, la chaux s'unit à l'acide du benjoin & le sépare des parties résineuses; la petite quantité que l'eau de chaux dissout de ces parties communique un peu de couleur jaune à la liqueur; on mêle toutes ces lessives, on les réduit à 2 livres par l'ébullition, & on jette sur le filtre.

Cette réduction est nécessaire, parce qu'une plus grande quantité d'eau tiendroit en dissolution une partie du sel qui doit être précipité; il reste en même-temps sur le filtre un peu de résine.

Quand les deux livres de lessive réduite sont réfroidies; on y verse goutte-à-goutte de l'acide muriatique, en remuant continuellement le mélange, jusqu'à ce qu'il n'occasionne plus de précipité, ou que la liqueur ait un goût un peu acide. L'acide muriatique s'empare de la terre calcaire, en vertu d'une affinité supérieure, & l'acide du benjoin, qui n'est soluble dans l'eau qu'en petite quantité, se précipite. La dissolution qui étoit peu odorante auparavant, prend par cette précipitation, une forte odeur de fleurs de benjoin.

On jette le précipité sur le filtre; lorsqu'il est égouté, on l'arrose plusieurs fois d'eau froide, pour l'édulcorer, & on le fait sécher à une douce chaleur. On évapore les eaux de lavage pour obtenir, par crystallisation, le sel de benjoin, dont elles ont pu se charger.

Si l'on veut avoir un sel brillant, il faut le dissoudre dans suffisante quantité d'eau échauffée jusqu'à une légère ébullition, la verser toute chaude sur une toile, recevoir la liqueur dans une capsule qu'on a fait chauffer auparavant, & porter cette dissolution en un lieu frais pour crystalliser; on sépare les crystaux par filtration, & on fait éva-

porer pour retrouver le surplus du sel. Cependant comme les fleurs de benjoin sont difficiles à pulvériser à cause de leur légéreté, il vaut mieux conserver ce sel en état de précipité qui est en poudre très-fine, indépendamment de ce qu'il s'en perd toujours beaucoup pendant cette crystallisation.

M. Schéele recommande de se servir d'une toile pour filtrer la dissolution, parce qu'il a remarqué que le sel se crystallisoit souvent sur le papier & en bouchoit les pores. Il pense même, que l'on pourroit négliger cette filtration, qui n'a d'autre objet que de rendre les crystaux plus nets, en en séparant environ 2 grains de substance résineuse.

M. G. R. Lichtenstein, qui a publié depuis en Allemagne, de très-bonnes observations sur le sel de benjoin, assure que le procédé de la distillation est celui qui en donne le plus; que par la sublimation dans le cône de papier, on l'obtient plus pur, mais avec perte; enfin, que cette perte est encore plus considérable avec l'eau de chaux. Je suis très-porté à croire, avec M. Schéele, que dans cette dernière opération, le produit ne peut diminuer qu'en proportion de la rectification, & dans ce cas, ce n'est pas une perte réelle.

Le sel de benjoin rougit les couleurs bleues végétales; il forme des combinaisons avec les différentes bases; c'en est assez sans doute, pour le placer au nombre des acides. A la vérité ce n'est pas un acide aussi simple que l'acide vitriolique; il est certain qu'il retient une portion d'huile ténue, qui le met presque à l'état de sel essentiel, & qui le rend volatil; mais l'acide tartareux n'est également qu'un sel essentiel concrêt, & la sublimation de l'arsenic blanc, ne nous empêche pas d'y réconnoitre une substance disposée à produire un acide parfait, quoique ses propriétés soient actuellement masquées en partie par le phlogistique qui lui reste uni.

Lorsqu'on étoit moins avancé dans la connoissance de la formation des acides, on pouvoit soupçonner que les sels essentiels, qui manifestoient quelques propriétés acides, receloient en effet, un des acides minéraux simplement modifié; mais, d'après ce que j'ai exposé à l'article ACIDE, il n'est plus possible de défendre cette opinion, & puisque l'*acide benzonique* entre tout entier dans les combinaisons salines, puisqu'il en est dégagé tel qu'il étoit auparavant, il faut dire qu'il existe dans le benjoin une substance capable de s'unir au principe acidifiant commun, & de former avec lui, un acide propre, aussi essentiellement différent de tous les autres acides, que le sont entre eux tous les composés qui n'ont qu'une partie semblable.

Si on parvient à décomposer le sel de benjoin, à le dépouiller d'une partie de son huile, comme on sépare celle du sucre, il en résultera, sans doute, un acide plus simple & plus puissant; mais cela n'empêchera pas de considérer encore les propriétés & les affinités particulières de cet acide affoibli par la combinaison phlogistique, que nous nommerons alors pour le distinguer, *acide benzonique essentiel.*

J'ai tenté cette décomposition, en distillant l'acide nitreux sur les fleurs du benjoin; mais les vapeurs rouges n'ont paru que sur la fin, lorsque le mélange étoit presque réduit à siccité; une partie du sel s'est sublimée au même instant, & il n'est rien resté au fond de la cornue; ainsi on peut conclure de cette expérience, que le principe inflammable adhère bien plus fortement dans le sel de benjoin que dans le sucre, & que l'affinité de l'acide nitreux avec le phlogistique n'est pas capable de rompre cette union.

L'*acide benzonique* a fort peu de l'odeur propre du benjoin; il n'est pas acide au goût, mais plutôt douceâtre & très-irritant; il prend fortement à la gorge.

Il ne cause pas au sirop violat une altération sensible. M. Lichtenstein ayant mêlé du sel de Benjoin dans ce sirop étendu avec de l'eau froide, la couleur ne changea pas; il en fut de même, lorsqu'il versa dans le sirop une dissolution chaude de sel de benjoin; il lui parut seulement, lorsqu'il fit digérer sur le feu le mélange de sel de benjoin & de sirop délaié, que la couleur tournoit un peu plus au rougeâtre, & redevenoit plus obscure en réfroidissant; mais il est possible, comme il le remarque, que cette légère variation ne soit due qu'à la dissolution du sel par la chaleur, & à sa crystalisation par le réfroidissement.

L'action de cet acide est plus marquée sur l'infusion de tournesol; si on étend cette teinture avec de l'eau distillée chaude, jusqu'à ce qu'elle se trouve d'un beau bleu, & que l'on y ajoute du sel de benjoin, en agitant la liqueur pour hâter la dissolution du sel, on lui voit prendre une belle couleur rouge. Cette expérience réussit même avec l'eau froide; mais l'effet est plus lent, & il faut remuer plus long-temps.

L'*acide benzonique* se volatilise sur le feu, & répand une odeur forte qui excite la toux. M. Schéele a remarqué que l'huile empyreumatique que le sucre de lait donnoit à la distillation avoit une odeur fort analogue. M. Lichtenstein a observé que lorsqu'on l'exposoit au feu du chalumeau, dans une cuiller d'argent, il devenoit fluide comme de l'eau, & s'évaporoit sans s'enflammer. Lorsqu'on le laissoit réfroidir après l'avoir fondu, il se durcissoit & sa surface se couvroit d'une croûte rayonnante. Il ne brûla que quand il fut placé immédiatement dans la flamme ou sur le lumignon, & alors la flamme en parut augmentée. La même chose arrive, si on veut allumer du papier sur lequel on a jetté un peu de ce sel, & il ne laisse aucun résidu charbonneux. Sur le charbon ardent, il s'éleve tout de suite en vapeurs blanches, épaisses, & ne donne point de flamme.

L'air sans la chaleur n'a aucune action sur l'acide concrêt du benjoin. On assure, qu'après avoir été conservé pendant 20 ans dans un vaisseau de

verre négligemment bouché, à la vérité dans un lieu sec, il étoit tout aussi pur, & n'avoit rien perdu de son poids. Cependant le peu d'odeur de benjoin qui lui reste, se dissipe à l'air libre, toujours sans diminution de poids. Cette odeur se manifeste de nouveau, dès qu'il éprouve de la chaleur.

L'eau froide ne dissout qu'une quantité presqu'insensible de cet acide concret; l'eau chaude le dissout assez facilement. MM. Wenzel & Lichtenstein s'accordent à dire, que 480 grains d'eau distillée bouillante, en prennent 20 grains; le dernier ajoute qu'elle n'en retient qu'un grain, lorsqu'elle est réfroidie, & que tout le reste se dépose en crystaux. Quand le réfroidissement est prompt, ces crystaux sont de très-petites aiguilles; quand il se fait lentement, une moindre quantité de sel donne de beaux crystaux, longs, minces, feuilletés & ressemblans à des barbes de plumes. M. Lichtenstein a su tirer avantage de cette indissolubilité dans plusieurs de ses expériences sur le sel de benjoin, en ce qu'en opérant à une chaleur de 58 degrés du thermomètre de Fahrenheit, il étoit assuré que la dissolution aqueuse ne pouvoit l'induire en erreur.

Il a versé, goutte-à-goutte, de l'acide vitriolique blanc, concentré sur 20 grains de ce sel, il s'y est fondu, sans chaleur & sans bruit; l'acide y a pris une couleur brune; mais il se trouva tout aussi acide qu'auparavant, & semblable à l'acide vitriolique, noirci par le phlogistique; cependant ce mélange se comporta avec l'eau d'une manière bien différente de l'acide vitriolique brun ordinaire; car dès qu'il y eut versé quelques gouttes d'eau, le sel se sépara de l'acide, & se coagula à la surface de la liqueur. Après l'édulcoration de ce précipité, le sel de benjoin se trouva tel qu'il étoit avant l'opération. L'acide vitriolique, affoibli d'une demie partie d'eau, n'a plus d'action sur le sel du benjoin. Il en est de même de l'acide vitriolique sulfureux.

M. Lichtenstein a pareillement dissous 20 grains de sel de benjoin dans l'acide nitreux fumant, la dissolution s'est faite promptement, mais tranquillement; elle a pris une couleur jaune, l'eau l'a décomposée comme la précédente, & le sel retiré du coagulé n'avoit éprouvé aucun changement; il présume, avec raison, que c'est principalement la partie phlogistique du sel de benjoin, qui décide l'affinité; mais c'est une affinité simple de dissolution & non de décomposition, puisque le sel n'est point altéré.

Suivant le même Chymiste, le sel benzonique ne se dissout ni dans l'acide muriatique ordinaire, ni dans l'acide muriatique déphlogistiqué.

L'acide acéteux ne dissout le sel de Benjoin, que que comme l'eau, c'est-à-dire, à l'aide de la chaleur; & le sel se crystallise par le réfroidissement.

Lorsqu'on mêle le tartre raffiné, & le sel d'oseille, avec parties égales d'eau froide, & de sel de benjoin, il ne se dissout rien de ce dernier, particuliérement avec le sel d'oseille. A la chaleur de la digestion, le tartre & le sel d'oseille se dissolvent les premiers; mais le sel de benjoin a l'avantage, lorsque l'eau est très-chaude, & il se crystallise dès que la chaleur diminue, quoiqu'il reste en dissolution du tartre & du sel d'oseille. En évaporant la liqueur, on retrouve l'un & l'autre de ces sels acides, aussi purs qu'auparavant.

Les acides sébacé & formicin, se comportent avec le sel de benjoin à-peu-près comme le vinaigre; l'acide karabique, comme les acides végétaux concrets.

L'acide phosphorique aqueux, le plus concentré, n'a pû dissoudre le sel de benjoin.

L'acide concrèt du benjoin s'unit avec effervescence aux alkalis & aux terres non caustiques; les sels résultant de son union avec les différentes bases prennent le nom générique de BENZONES. *Voyez ce mot.*

Nous n'avons jusqu'à présent, pour déterminer les affinités de l'*acide benzonique*, que quelques expériences de M. Lichtenstein, dont on peut conclure qu'il cède les alkalis, la chaux, la magnésie & l'alumine aux acides vitriolique, nitreux & muriatique.

M. Lichtenstein, dit encore, qu'il préfère les alkalis fixes & même l'alkali volatil, à ces trois terres; mais il ne paroit pas qu'il ait opéré ces décompositions, par des alkalis caustiques.

ACIDE BENZONIQUE (*pharm.*) Cet acide, connu en médecine sous le nom de fleurs de benjoin, est retiré de la résine nommée benjoin amigdaloïde, ou *assa* doux, il y a plusieurs procédés employés pour son extraction.

Le premier que l'on suit le plus ordinairement, & que M. Baumé a perfectionné, consiste à volatiliser les fleurs de benjoin, par la voie sèche. On met cette résine réduite en poudre grossière, dans une cucurbitte que l'on place sur un bain de sable, modérément échauffé. On recouvroit autrefois cette cucurbite d'un cône de papier, auquel s'attachoient les fleurs, & comme on ne tarda pas à reconnoître que la porosité du papier, causoit la perte d'une portion de ces fleurs, on prit le parti de l'enduire d'une colle composée de farine de froment & de blanc d'œuf; on y substitua bientôt après des cônes de terre cuite; mais à moins de donner un feu très-violent, les fleurs ne s'élevoient qu'environ à la moitié de ces vases, & une chaleur forte décomposoit le benjoin au point de volatiliser une grande partie de son huile, qui jaunissoit les fleurs; d'ailleurs la surface du cône n'étoit point assez étendue pour favoriser l'adhérence de fleurs. Ces inconvéniens ont engagé M. Baumé à employer deux terrines d'égal diamètre & peu profondes, dont les bords, usés par le frottement, se touchent immédiatement. On met le benjoin dans l'intérieur, on lutte les joints avec un papier enduit de colle, & l'on donne un feu

ménagé. On soutient le feu pendant environ deux heures, on laisse réfroidir lentement les vaisseaux, on les délute & l'on trouve les fleurs attachées à la surface interne de la terrine supérieure. On les détache avec la barbe d'une plume. On recommence la sublimation du benjoin, après l'avoir de nouveau réduit en poudre, si l'on croit qu'il n'a pas donné tout son sel. M. Baumé a retiré de trois livres de benjoin, trois onces six gros de fleurs.

Celles qu'on obtient par les dernières sublimations, ne sont point aussi blanches que les premières; mais on peut leur rendre leur blancheur, par les rectifications dont il sera fait mention ci-après.

Il est important de choisir des terrines très-évasées, & de mettre au plus un pouce de hauteur de benjoin, comme aussi d'enterrer la terrine inférieure à un pouce près de son bord. On sent aisément les motifs de ces conseils.

M. Geoffroy a proposé de se procurer les fleurs de benjoin par crystallisation. Il faisoit bouillir cette résine dans de l'eau; filtroit la décoction bouillante à travers un blanchet humecté d'eau, pour arrêter une portion des matières huileuses, & trouvoit, par le réfroidissement, les fleurs crystallisées & très-blanches. Il observe que ce procédé donne presque moitié moins de fleurs que la sublimation. Le savant traducteur de la Pharmacopée de Londres, qui a répeté cette opération, a obtenu réellement par son moyen le sel essentiel de benjoin, mais en si petite quantité, qu'il ne croit pas qu'on doive préférer ce procédé. Mais quand bien même on en retireroit autant que l'assure M. Geoffroi, la différence des produits paroît suffire pour engager à lui préférer la sublimation.

M. Monnet, par une forte ébullition du résidu de la sublimation des fleurs de Benjoin, par la filtration & le réfroidissement de la décoction, a retiré un sel blanc écailleux, qui a tant d'analogie avec les fleurs de cette substance végétale, que le traducteur de la Pharmacopée de Londres, présume avec raison que l'on pourroit le substituer à ces fleurs.

M. Pemberton pense qu'il y auroit de l'avantage à procéder à l'extraction des fleurs du benjoin, par la distillation dans une cornue de verre, garnie de son ballon; mais les réflexions du savant traducteur de la Pharmacopée de Londres sont trop justes, pour qu'on puisse adopter l'opinion du célèbre docteur anglois. Il seroit à craindre que les fleurs sublimées n'engorgeassent le col de la cornue, que s'y échauffant elles n'y perdissent leur forme, & que l'on eût beaucoup de peine à les en retirer; enfin, que celles qui auroient passé dans le récipient, ne pûssent en être tirées qu'en brisant les vaisseaux, ce qui joint à la dépense, objet qui n'est jamais à négliger, entraîneroit l'inconvénient du mélange de quelques fragemens de verre avec les fleurs, sans qu'il fut facile de les enlever complettement.

Le procédé que Triller conseille, d'après Lemery, Cartheuser & le Mort, & qu'il assure devoir procurer facilement une très-grande quantité de fleurs de benjoin, paroît sujet à moins d'inconvéniens.

Il consiste à mêler égale quantité de Benjoin en poudre & de sable fin, à en remplir à moitié une cornue, à placer cette cornue dans un bain de sable, & à pousser le feu de manière à faire passer l'huile dans le récipient.

On délute les vaisseaux après les avoir laissé réfroidir; on mêle l'huile avec dix fois autant d'eau bouillante; on filtre le mélange, & les fleurs de benjoin se crystallisent par le réfroidissement.

Mais le meilleur de tous les procédés imaginés pour extraire les fleurs de benjoin, seroit celui de M. le comte de la Garraye, s'il n'exigeoit pas une manipulation longue & dispendieuse, sur-tout pour obtenir tout l'*acide benzonique*, contenu dans cette substance, puisqu'il le donneroit très-pur & pourvu seulement du principe huileux intimement combiné avec l'acide.

Ce célèbre Chymiste versoit cinq livres d'eau sur une demie livre de benjoin, & par une trituration continuée pendant dix à douze heures, il faisoit une dissolution laiteuse de benjoin.

Après un moment de repos pour faciliter la séparation des parties non dissoutes & des corps étrangers, il filtroit la dissolution à travers un tamis de crin, couvert de deux toiles claires, puis la laissoit se dépurer encore par le repos pendant une nuit, dans un vase de terre ou de verre, alors elle étoit claire. M. de la Garraye la versoit le le lendemain, par inclination, sur un filtre de papier sans colle, faisoit évaporer le coulé au bain de vapeurs jusqu'à pellicule, le portoit dans un lieu frais pour faciliter la crystallisation; séparoit les crystaux qu'il faisoit égoutter & sécher entre deux papiers, & exposant la liqueur restante à la même évaporation & à la même crystallisation, jusqu'à ce qu'elle ne donnât plus rien, il avoit un sel blanc d'un odeur très-suave.

L'exposé de ce procédé justifie, à ce qu'il nous semble, le jugement que nous en avons porté, & lorsqu'on examine avec réflexion tous ceux qu'on a proposés pour l'extraction des fleurs de benjoin, on est porté à adopter celui de M. Baumé. Nous l'avons suivi tous les ans dans nos cours de Chymie, & il nous a paru préférable aux autres, par la célérité de l'opération & par la pureté du sel, lorsqu'on avoit eu l'attention de ménager le feu.

Mais, de quelque manière qu'on ait procédé, si ces fleurs ont un œil jaunâtre, on peut les purifier par une nouvelle sublimation, ou par crystallisation dans l'eau, ou par dissolution dans l'esprit de vin & précipitation par l'eau.

Dans le premier cas, on mêle ces fleurs avec de la terre à pipe ou de l'argile bien blanche, & on les fait sublimer à un feu extrêmement doux dans l'appareil de M. Baumé. Quelques artistes emploient le sable très-fin; mais comme il faut, pour facili-

ter la dépuration, que le mêlange des fleurs & de l'intermède soit très-intime, il est évident que la terre à pipe ou l'argille sont préférables au sable, quelque fin qu'il soit.

Dans le second on dissout les fleurs dans de l'eau bouillante, on filtre la dissolution encore bouillante, on la fait évaporer en partie, & l'on procède, comme M. de la Garraye, pour leur crystallisation.

Dans le troisième, on les dissout dans de l'esprit-de-vin très-rectifié, on y verse peu à peu de l'eau, on décante la liqueur, & l'on trouve les fleurs très-blanches au fond du vase.

Les deux premières de ces méthodes, & sur-tout la première, sont préférables à celle-ci, parce qu'elles sont moins dispendieuses; on pourroit cependant diminuer la dépense de la dernière, en redistillant la liqueur, sa distillation faisant retrouver l'esprit-de-vin.

Ces fleurs, bien dépurées & obtenues par la sublimation, sont un sel composé d'un principe huileux & d'un acide très-pénétrant, leur volatilité & leur activité sont si grandes, qu'il est nécessaire de laisser réfroidir les vaisseaux avant de les déluter; sans cette précaution, l'action des fleurs sur la gorge & les poumons feroit une impression si vive, qu'elles exciteroient une toux fatiguante.

De quelque manière qu'on les ait obtenues, elles sont d'un blanc argentin & brillant, crystallisées en aiguilles, d'une saveur très-acide & d'une odeur très-suave.

Elles jaunissent en vieillissant, parce que l'huile n'adhère pas assez fortement à l'acide pour ne pas s'en séparer à la longue: il faut les conserver dans un endroit frais, pour que la chaleur ne hâte pas cette espèce de décomposition, & il ne faut couvrir le vase de verre qui les renferme que d'un papier, afin que l'air puisse absober le principe huileux à proportion qu'il se dégage. La preuve de cet effet de l'air est que le papier qui couvre le bocal se graisse & jaunit à la longue, & que les fleurs de benjoin perdent leur blancheur beaucoup plutôt dans un flacon bouché avec un bouchon de verre que dans un bocal couvert de papier.

Ces fleurs sont un savon acide très-pénétrant, un dissolvant très-actif des matières muqueuses; mais elles ont en même temps une énergie roborante si considérable, qu'elles irritent fortement les fibres & que leur usage est contrindiqué par l'état pléthorique & par la tension des solides. Elles sont un bechique incisif, un diaphorétique & un diurétique de l'espèce de ceux qu'on nomme diurétiques chauds; leur dissolution spiritueuse est un cosmétique.

On les donne dans les asthmes humides, dans les catharres des vieillards & dans les cachexies, en substance, à la doze de deux grains jusqu'à huit & même dix, associées au jaune d'œuf, à des mucilagineux, à des baumes, soit en potion, soit en conserve, soit en bol, en pilules, & même en dissolution spiritueuse; elles entrent dans plusieurs compositions. *Voyez* ALCOHOL BENZONIQUE, LAIT VIRGINAL, ESSENCES, PILULES DE MORTON, &c.

ACIDE BORACIN, c'est ainsi que j'appelle l'acide du borax, parce que, comme l'ont remarqué la plupart des Chymistes, & en dernier lieu M. Fourcroy, le nom de sel sédatif que Homberg lui a donné, est tout-à-fait impropre. *Voyez* le mot DÉNOMINATION.

Quoique le borax soit, depuis long-temps, d'un grand usage dans les arts, &, par conséquent, très-répandu dans le commerce, on est encore fort peu instruit de la nature des matières dont on le retire, des lieux où elles se trouvent, des préparations que l'on leur fait subir, & même de la manière dont on raffine ce sel, sur laquelle les hollandois gardent le plus profond secret, pour se conserver exclusivement cette branche d'industrie; c'est là ce qui a donné lieu à tant de conjectures diverses, à tant de systêmes opposés, qu'il est nécessaire de rappeller ici, avant que de fixer sur cet objet le terme de nos connoissances actuelles, par les observations qui paroissent le plus dignes de foi.

Le borax est composé de soude ou alkali minéral & d'une substance qui y fait fonction d'acide, puisqu'elle neutralise l'alkali; c'est ce dont tous les Chymistes sont bien d'accord, quoique leurs opinions diffèrent sur la nature de cette substance.

Il ne paroît pas que le borax ait été connu des anciens; la chrysocolle, dont parlent Dioscoride, livre 5, chapitre 92, & Pline, livre 33, chapitre 5, n'étoit qu'une soudure préparée artificiellement; cette soudure a été confondue par quelques-uns, avec la chrysocolle qui servoit pour les teintures, quoique Pline en fasse très-bien la distinction en ces termes: *Chrysocollam & aurifices sibi vindicant agglutinando auro... santernam vocant*, ce qui désigne suffisamment un autre genre. Suivant Dioscoride, cette chrysocolle se faisoit par les ouvriers eux-mêmes avec de l'urine d'enfant & de la rouille de cuivre, que l'on broyoit ensemble dans un mortier de cuivre; la composition est la même dans Pline, excepté qu'il y ajoute du nitre.

Le nom de borax se trouve, pour la première fois, dans les ouvrages de *Geber*, Chymiste arabe, qui vivoit vers le milieu du dixième siècle; & il est assez probable qu'il désignoit par là le même sel qui a conservé depuis cette dénomination étrangère, mais il ne dit rien qui puisse le faire reconnoitre.

Ce qu'en dit *Agricola* (*de re metallicâ, liv. XII*), à l'occasion de la préparation du nitre en Egypte, prouve bien, à ce qu'il me paroît, que l'usage du borax, dans la soudure des métaux, étoit déja commun de son temps, c'est-à-dire, au commencement du seizième siècle; mais il est évident, comme l'a remarqué M. le baron d'Holbach, que cet auteur n'en a point connu la composition, & que, trompé par la propriété que Pline attribue à

la chryſocolle de ſouder l'or, il n'a fait que copier, preſque dans les mêmes termes, la recette qu'il a trouvée dans ce philoſophe. Ce qu'il ajoute que l'on faiſoit auſſi une chryſocolle avec de l'alun foſſile & du ſel ammoniac, n'a pas plus de rapport au vrai borax.

Ce qu'on trouve ſur le borax, dans les écrits de *Beccher* & de *Sthal*, n'eſt plus équivoque & s'applique très-bien à la ſubſtance dont il eſt ici queſtion; il eſt même à remarquer que le dernier (*ſpecimen beccherianum*, part. 1, ſect. 1 & 2,) annonce très-clairement le borax ou *baurach* des arabes, comme un ſel pierreux, foſſile, naturel, venant des Indes orientales, & que l'on rafinoit à Veniſe, en employant principalement à cette opération de l'alkali très-cauſtique.

Voilà à peu près tout ce que l'on a ſu pendant long-temps de l'origine du borax; quant à ſa compoſition, Beccher le regardoit comme un ſel formé d'une terre vitrifiable, ſubtile, unie à un acide; Sthal révoqua en doute l'exiſtence d'un acide dans le borax, lorſqu'il eut appris qu'on le rafinoit par l'addition de l'alkali, & ſur-tout lorſqu'il eut obſervé que les alkalis n'en précipitoient rien. Il aſſure même avoir formé dans ſa jeuneſſe un vrai borax, en préparant un ſafran d'antimoine par l'alkali, & que le ſel dont il ſe couvrit à la longue étoit du borax effloreſcent, qui en avoit la ſaveur, quoiqu'un peu moins urineuſe, qui cryſtalliſa en rhombes comme le borax, bouillonna comme lui ſur la chandelle, & coula en un verre très-pur dans le creuſet. Il n'eſt pas beſoin d'avertir que ces preuves ne ſeroient pas aujourd'hui jugées ſuffiſantes, & que je ne rapporte cette opinion que parce qu'elle tient à l'hiſtoire de cette partie de la Chymie.

En 1702 *Homberg* retira d'un mélange de vitriol de fer calciné & de borax un ſel qu'il nomma *ſel ſédatif*, ou *ſel volatil narcotique de vitriol;* parce qu'il croyoit en effet que c'étoit un produit du vitriol; mais *Lémery* le fils découvrit, peu de temps après, qu'on pouvoit retirer le même ſel du borax, non ſeulement par l'acide vitriolique pur, mais encore par les acides nitreux & muriatique; ces Chymiſtes n'avoient opéré que par diſtillation, ou plutôt par ſublimation, *Geoffroi* obtint le ſel ſédatif par cryſtalliſation, il démontra de plus la préſence de la ſoude dans le borax; enfin *Baron* parvint à décompoſer le borax même par les acides végétaux, & ſe ſervit de ces expériences, non ſeulement pour prouver l'identité de ſa baſe avec l'alkali minéral, mais encore pour en conclure que l'acide dégagé dans ces opérations étoit tout formé dans le borax.

Le premier point n'a pas été révoqué en doute depuis; il n'en pas été de même du ſecond, puiſqu'il y a encore des Chymiſtes qui ſoutiennent que l'acide concrêt que l'on retire du borax eſt compoſé en partie des acides employés à le dégager: j'examinerai les raiſons ſur leſquelles ils fondent cette opinion; mais je dois recueillir auparavant les connoiſſances que l'on a acquiſes dans ces derniers temps ſur le *pounxa*, tinkal ou borax natif, ſoit pour déterminer autant qu'il eſt poſſible l'origine de ce ſel, ſoit parce qu'elles peuvent ſervir à la réſolution de ce problême.

M. *Grill* a publié en 1773, dans les mémoires de la ſociété de Stockolm, que ſuivant les lettres de ſon correſpondant *Vit-Kuo*, il paroiſſoit que le pounxa ſe trouvoit au Thibet; que pour le retirer il falloit creuſer en terre de la profondeur de deux aunes; que l'on jugeoit au goût de la terre la quantité qu'elle en donneroit; qu'il y en avoit de trois ſortes; ſavoir: 1°. L'*houpoun*, gros comme des grains de manne: 2°. Le *mypoun*, gros comme de petites fèves blanches: 3°. Le *pinpoun*, ou pounxa en cryſtaux tranſparens de la groſſeur d'une noix. Il ajouta, d'après la même relation, qu'en général on ne l'obtenoit pas par art, ni par la coction de la terre; que pour le raffiner, on le jettoit dans l'eau bouillante, où on l'agitoit avec une ſpatule de bois, juſqu'à ce qu'il fût entièrement diſſous, & qu'enſuite on le laiſſoit réfroidir dans un autre vaiſſeau dont on jettoit toute l'eau qui ſurnageoit comme pour le ſalpêtre.

M. *Engeſtroem* a donné, dans le même volume, des obſervations & des expériences ſur ces diverſes eſpèces de pounxa, dont voici les principaux réſultats.

Tous ces cryſtaux ſont mêlés de plus ou moins de terre, qui eſt la *terre naturelle du pounxa.*

Les cryſtaux de *mypoun* & d'*houypoun* étoient effleuris à la ſurface, preſqu'entièrement blancs, & tranſparens dans les caſſures récentes; mais le *pinpoun* étoit recouvert en pluſieurs endroits d'un peu de terre.

La forme de ces cryſtaux eſt rarement bien prononcée; ceux de *mypoun* les plus parfaits ſont des priſmes terminés par deux pointes obtuſes, quelques-uns ſont quadrilatères, d'autres ont un nombre de cotés indéterminé. Dans le *pinpoun*, il ne ſe trouva que trois cryſtaux dont le priſme fût marqué, il avoit ſix ou huit côtés.

Les cryſtaux dans leur fracture reſſembloient du borax raffiné, mais ceux du *pinpoun* préſentoient pluſieurs cavités remplies de terre.

Ces trois eſpèces ayant été diſſoutes dans l'eau, il eſt reſté ſur le filtre beaucoup de terre, qui n'étoit autre choſe que du borax provenant ſans doute de l'effloreſcence des cryſtaux.

La diſſolution du *pinpoun* avoit un goût alkalin; elle donna, à la chaleur de la digeſtion, des cryſtaux purs & tranſparens, comme ceux de *mypoun;* avec l'acide vitriolique, elle donna de l'*acide boracin* concrêt & du vitriol de ſoude; elle changea en verd le ſyrop violat; elle fit effervescence avec les acides, & précipita les métaux qui y étoient diſſous; les cryſtaux coulèrent aiſément au feu du chalumeau en globules tranſparens; ils ne formèrent point d'hepar avec le ſoufre: toutes propriétés qui,

qui, comme le remarque M. Engeſtroem, appartiennent au vrai borax.

Le *mypoun* & l'*houypoun* ſe comportèrent de la même manière.

La terre propre ou naturelle du pounxa étoit d'un gris blanc tirant au jaune, en forme de poudre fine, & avoit la même ſaveur que le borax. Expoſée au feu, elle fumoit, & répandoit une forte odeur empyreumatique, & devenoit un peu noire : diſſoute dans l'eau, elle a laiſſé beaucoup de terre ſur le filtre; la diſſolution a donné beaucoup de cryſtaux de borax. La terre reſtée ſur le filtre, après avoir été bien édulcorée, n'avoit aucune ſaveur; elle s'eſt diſſoute avec effervéſcence dans l'acide nitreux, elle en a été précipitée par l'acide vitriolique. Cette terre, expoſée au feu du chalumeau, s'eſt un peu durcie, puis a coulé ſans addition; avec le borax, elle s'eſt fondue avec un peu de bouillonnement; le reſte s'eſt diſſous aſſez lentement comme la terre; d'où M. Engeſtroem conclut que cette terre eſt une marne mêlée de borax & de phlogiſtique, & qu'elle tient plus de borax que la terre de la Chine, quoiqu'elle ſoit moins riche que les cryſtaux de pounxa.

Ce ſavant Suédois a encore examiné deux boraxs bruts qui lui avoient été donnés ſous le nom de *Tinkal* : le premier venoit de Hollande, il étoit dans une terre ſemblable à la terre naturelle de *pounxa*, & qui n'en différoit que parce qu'elle étoit mêlée de toutes ſortes de pierres, de ſable & de racines d'herbes, ce qui pourroit faire préſumer que le pounxa ſe trouve en divers lieux & plus ou moins pur.

L'autre eſpèce de *Tinkal* avoit été envoyée des Indes orientales à M. Brandt; il étoit en cryſtaux gros & petits comme les précédens; ils étoient recouverts d'une matière graſſe comme du ſavon, & qui avoit une forte odeur de graiſſe : au premier coup-d'œil, dit M. Engeſtroem, on ſeroit tenté de ſoupçonner qu'ils ont été préparés artificiellement; il eſt poſſible cependant que ce ſoit du borax naturel, ou ſeulement du borax retiré par l'évaporation des eaux mères, après que l'on a ſéparé le produit plus pur de la première cryſtalliſation dans l'opération du raffinage; il n'y a trouvé au ſurplus aucun corps étranger, ſi ce n'eſt quelques grains de poivre qui peuvent y avoir été portés par l'emballage.

Enfin M. Engeſtroem obſerve que le pounxa raffiné des Indes orientales eſt un borax excellent & pur; que pour le rafiner on en fait une diſſolution très-concentrée; que les indiens préfèrent les petits cryſtaux comme contenant moins d'eau de cryſtalliſation : il préſume que le borax brut peut être également pur, & que c'eſt celui qu'ils réſervent pour leur uſage.

Voilà ce que j'ai trouvé de plus authentique & de plus circonſtancié ſur le borax; je ne parle pas du *kien* des chinois que le même académicien de Suède a reconnu n'être autre choſe qu'un alkali minéral natif rendu un peu ſavonneux par une matière graſſe. Je ſupprime également tout ce que Pott & Model ont écrit d'après des relations qui leur avoient été envoyées de Trenquebar, d'Aſtracan, &c. ſur leſquelles ces ſavans Chymiſtes ne paroiſſent pas eux-mêmes faire grand fond; je paſſerai ſous ſilence, à plus forte raiſon, la prétendue découverte annoncée en 1779 de la formation d'un borax à Paris, dans une foſſe qui réuniſſoit des eaux de ſavon croupies, & des eaux de cuiſine; mais on a publié à Florence, la même année, une obſervation qui eſt faite pour intéreſſer les naturaliſtes & les Chymiſtes, & qui réunie à ce que je viens d'expoſer, ne permet plus de douter que l'acide du borax ne ſoit une production de la nature.

Cette obſervation eſt de M. Hoefer, directeur des pharmacies de Toſcane; ce Chymiſte avoit entrepris l'examen de l'eau du lac *Cherchiajo*, près *Monterotondo*, dans la province intérieure de Sienne. Cette eau eſt fournie par des ſources qui jailliſſent ſur les côtés de la montagne; elle eſt ſi chaude & ſi bouillante, qu'elle brûle au ſeul tact, autant que l'eau réduite au plus grand degré de chaleur; il s'exhale en même temps de ces ouvertures une fumée griſe pouſſée dehors avec véhémence & avec bruit; cette vapeur remplit l'air d'une odeur de ſoufre, & forme des dépôts colorés ſur les pierres des environs.

M. Hoefer ayant fait venir de cette eau dans des bouteilles n'y trouva d'abord aucune ſaveur particulière, elle n'étoit imprégnée d'aucun gas, elle avoit un coup-d'œil laiteux, & formoit un ſédiment de couleur cendrée; la diſſolution de nitre mercuriel y occaſionna un précipité qui paroiſſoit indiquer quelque ſel vitriolique; le pruſſite de potaſſe y démontra la préſence d'un peu de fer.

Trois livres de cette eau, ou 17280 grains (poids médicinal de Vienne, qui eſt à la livre de Paris comme 1804 : 1374) ayant été réduites par l'évaporation à deux onces ou 960 grains, laiſſèrent ſur le filtre une terre griſe cendrée, indiſſoluble par les acides; la liqueur remiſe à évaporer fournit d'abord 74 grains de petits cryſtaux irréguliers, lamelleux & luiſans, dont quelques-uns avoient la couleur de l'argent, & en continuant l'évaporation, 36 grains du même ſel, mais moins blanc que le premier.

M. Hoefer eſſaya inutilement de démaſquer ce ſel par des diſſolutions & cryſtalliſations réitérées; mais en ayant repris l'examen ſix mois après, & y ſoupçonnant quelque matière graſſe, il imagina de l'arroſer d'eſprit-de-vin très-rectifié pour l'en débarraſſer, il vit *avec admiration*, au bout de quelques heures, que ſon ſel étoit entièrement diſſous; il mit le feu à l'eſprit-de-vin, qui brûla avec une flamme verte; il reconnut enfin que ce ſel étoit l'acide concrèt du borax natif, ou *tinkal toſcan*, & parvint effectivement à le convertir en vrai borax par l'addition de la ſoude.

M. Hoefer a répété cette expérience plus en

grand, & 120 livres ou 1440 onces lui ont fourni trois onces de cet acide concrèt, & deux onces du même sel moins pur.

Ce n'est pas seulement l'eau du lac Cherchiaio qui contient l'acide du borax, le même Chymiste ayant fait évaporer 17280 grains de l'eau du lac de *Castel-Nuovo*, en retira 120 grains de cet acide, & 32 grains de sélénite; & il présume en conséquence que l'on en trouveroit dans les eaux de plusieurs autres lacs, tels que ceux de *Lasso*, de *Monte Cerboloni*, &c., &c.

Cette observation importante nous conduira sans doute à la découverte de la vraie nature de l'*acide boracin* & de son origine; elle nous met déjà sur la voie de conjecturer que par-tout où l'on rencontre cette substance, elle est comme ici le produit de l'action des feux souterrains, & que si on extrait réellement le borax tout formé dans les Indes, tandis que son acide se présente à nud dans les eaux des lacs toscans, cette différence ne dépend que de la qualité des terreins, dont l'un fournit à la composition une base qui ne se rencontre pas dans l'autre. En un mot, nous n'avons plus à nous plaindre que ce sel n'existe que dans un seul endroit du globe, ce qui, suivant l'expression de Sthal, auroit été très-dur à croire.

Après avoir donné l'histoire de l'*acide boracin*, ou plutôt des matières qui le fournissent, avec toute l'étendue qu'elle m'a paru mériter, il est temps d'indiquer les procédés par lesquels on l'obtient pur & séparé de toute base.

On retire l'acide du borax par sublimation & par crystallisation.

Pour le retirer par sublimation, on fait dissoudre dans l'eau trois livres de vitriol de fer calciné au rouge ou colcotar, & deux onces de borax: on filtre la liqueur, on la fait évaporer jusqu'à pellicule, & on la distille ensuite dans une cucurbite de verre garnie de son chapiteau lutté avec une bande de papier collée; une partie de l'*acide boracin* passe avec l'eau dans le récipient; mais une autre partie s'attache aux parois du chapiteau, en forme de lames minces & argentines. Quand le résidu est sec, on délute avec précaution le chapiteau, on fait tomber le sel sublimé avec une barbe de plume, on reverse dans la cucurbite la liqueur de récipient, pour la distiller de nouveau; on réitère enfin cette opération, jusqu'à ce que le mélange cesse de fournir de l'acide sublimé concrèt.

Pour retirer l'*acide boracin* par crystallisation, on fait dissoudre le borax dans l'eau bouillante, on filtre la liqueur toute chaude, & on y verse à plusieurs reprises de l'acide vitriolique jusqu'à passer le point de saturation, il s'y forme, pendant le réfroidissement, de petites lames blanches, brillantes, c'est l'*acide boracin* crystallisé; on le lave dans l'eau froide, on le fait égoutter sur le papier gris, & après cela, il ne diffère de celui qui est sublimé, qu'en ce qu'il est un peu moins léger. Le traducteur de M. Spielman assure que l'on doit retirer en crystaux plus de moitié du poids du borax; mais il faut pour cela employer le borax connu dans le commerce sous le nom de borax de la Chine, qui est plus riche, ou pour mieux dire, qui n'a pas été chargé lors de la purification, de la quantité de soude qu'y ajoutent les Hollandois.

M. Baumé a fait voir qu'en distillant la dissolution de l'*acide boracin* crystallisé, comme on distille le mélange de colcotar & de borax, on pouvoit se procurer en peu de temps beaucoup de cet acide sublimé, parce qu'il s'élevoit plus facilement lorsqu'il étoit seul, & non embarrassé dans d'autres matières. Mais ce procédé de rectification ne laisse pas que d'être encore pénible & dispendieux; les cucurbites de verre ou de grais sont très-sujettes à casser sur la fin de la distillation à siccité, qui exige une chaleur assez considérable, & il seroit imprudent de substituer d'autres vaisseaux, à moins que ce ne fût une cucurbite d'argent de coupelle. Il me semble que l'on peut s'assurer sans cela de la pureté de l'*acide boracin*, si après l'avoir lavé dans plusieurs eaux froides, on verse dans la dernière eau quelques gouttes de dissolution de muriate barotique; lorsqu'elle n'y occasionnera aucun précipité, on pourra conclure que la liqueur, ni par conséquent l'*acide boracin* ne tiennent plus un atôme d'acide vitriolique, & pour rendre l'épreuve encore plus sûre, on peut employer de l'eau chaude pour la dernière lotion.

L'*acide boracin* pur a une saveur salée fraiche; il altère en rouge le syrop violat & l'infusion de tournesol.

Il n'éprouve aucune altération à l'air.

Une livre d'eau distillée n'en a dissous que 183 grains, à la chaleur de l'ébullition,

L'esprit-de-vin le dissout plus facilement, & la dissolution brûle avec une belle flamme verte.

Cet acide, exposé au feu sous forme sèche, se réduit en verre par la violence du feu plutôt que de se volatiliser; ce qui prouve, suivant l'observation de M. Rouelle, qu'il ne se sublime qu'à la faveur de l'eau avec laquelle il forme par conséquent un composé plus volatil.

Le verre de l'*acide boracin* est blanc, transparent, un peu plus pâteux que celui du borax, il n'attire pas l'humidité de l'air, & devient seulement un peu plus opaque au bout de quelques jours; il est soluble en entier dans l'eau: si on laisse évaporer à l'air libre cette dissolution, elle fournit de l'acide concrèt, en forme de végétation, sur les parois du vaisseau, & il reste au fond une substance gommeuse transparente, qui a encore toutes les propriétés de cet acide.

J'ai déjà annoncé que l'on dégageoit également l'acide du borax par le moyen de l'acide nitreux, de l'acide muriatique, & même de l'acide acéteux;

cet acide ainsi dégagé paroissant avoir toutes les propriétés de celui qu'on obtient par l'acide vitriolique, la plupart des Chymistes n'ont pas hésité de conclure, avec MM. Baron & Baumé, que cet acide existoit tout formé dans le borax, qu'il ne participoit en rien de l'intermède de décomposition, qu'il n'en retenoit aucune partie; en un mot, que c'étoit un acide particulier, de son genre. M. Baumé s'étoit même flatté d'avoir prouvé cette proposition par sinthèse, c'est-à-dire, par la composition artificielle de l'acide du borax, sans y employer aucun autre acide, & en laissant seulement exposé à l'air, pendant un certain temps, dans un lieu humide un mélange d'argile grise, de graisse & de fiente de vache récente: mais M. Wiegleb a répété cette expérience, en observant toutes les conditions prescrites; il a abandonné de pareils mélanges au travail de la nature pendant plus de trois ans & demi, & n'a pas pu, après ce long espace de temps, y découvrir le moindre atôme d'*acide boracin*.

Il ne nous reste donc toujours d'autre preuve de l'existence de cet acide tout formé dans le borax que l'identité qu'il présente, quelques soient les i[...]umens de décomposition, & il faut conven[...] cette preuve sera seule suffisante tant que le fait su[...]uel elle s'appuie ne pourra être révoqué en doute. C'est ce qu'a très-bien senti M. Cadet, qui ayant adopté l'opinion contraire, a cherché à établir nouvellement que le sel que l'on séparoit du borax par divers acides, étoit composé de ces acides & participoit de leur nature; voici les principaux résultats de ses expériences.

Cet académicien a traité à la distillation l'*acide boracin* retiré du borax par le vinaigre; il l'a distillé avec l'esprit de vitriol & avec l'arsenic, & il a observé que la liqueur qui passoit dans ces opérations avoit sensiblement l'odeur acéteuse.

L'*acide boracin*, qu'il appelle nitreux, c'est-à-dire, retiré du borax par l'acide nitreux, n'a point troublé les dissolutions de nitre d'argent & de nitre mercuriel; il a donné, par la dissolution avec l'acide vitriolique, des vapeurs jaunes, & une liqueur qui avoit une forte odeur nitreuse.

L'*acide boracin* muriatique, même après avoir été lavé dans l'esprit-de-vin, a précipité la dissolution d'argent; il a dissous l'or lorsqu'il a été réuni à l'acide nitreux, & il a fait l'encre sympathique avec la dissolution nitreuse de cobalt.

Voilà à quoi se réduisent les preuves directes de M. Cadet; quelques réflexions, & mêmes les aveux que nous devons à la bonne foi de ce Chymiste, suffiront pour établir qu'il n'y a jusques là aucun résultat décisif.

1°. L'odeur est un signe trop équivoque, elle peut venir de quelques parties de la liqueur qui seront restées adhérentes au sel, malgré les lotions réitérées, comme il arrive presque toujours; ce signe a manqué totalement par rapport à l'*acide boracin* muriatique, qui ne s'est point fait reconnoitre à M. Cadet par l'odeur safranée.

2°. Il n'est pas étonnant que l'*acide boracin* muriatique ait précipité la dissolution du nitre mercuriel, c'est une propriété de cet acide, de quelque manière qu'il ait été retiré du borax, & M. Cadet ne paroît pas s'être assuré que ce précipité fût autre chose que du borax mercuriel.

3°. Il est possible que l'acide nitreux, mêlé à l'*acide boracin*, attaque l'or en feuille à l'aide d'une forte ébullition, sans qu'il en résulte nécessairement que l'*acide boracin* fût composé d'acide muriatique; cette conséquence ne feroit fondée qu'autant qu'on auroit reconnu qu'il se feroit formé une vraie eau régale, qu'on auroit décomposé par ce moyen une portion entière d'*acide boracin*, & qu'on auroit retrouvé après cette décomposition l'autre partie constituante de l'*acide boracin* qui auroit perdu toutes les propriétés de ce composé, en perdant un principe nécessaire à sa composition: non seulement M. Cadet n'a point parlé de ces examens ultérieurs; mais il convient au contraire que sa dissolution d'or lui a donné par l'évaporation des crystaux d'*acide boracin* ordinaire qui contenoient de l'or, & qui en ont été dépouillés par les lavages.

4°. Enfin M. Cadet avoue précisément que lorsqu'on fait passer à l'état de verre les différens *acides boracins*, *les trois acides minéraux paroissent changer de nature & ne présentent qu'un même sel*; mais puisque l'*acide boracin* vitrifié est après cela susceptible des mêmes combinaisons, puisqu'il conserve les mêmes propriétés, les acides minéraux qui ont servi à le dégager ne sont donc pas essentiels à sa composition, ils n'y sont pas du moins essentiels, comme tels, & actuellement soumis aux affinités par lesquels M. Cadet a voulu nous les faire reconnoitre. Dès-lors le travail de ce Chymiste ne présente d'autre conséquence, même en admettant tous ses faits, sinon que l'*acide boracin* ne peut être entièrement purifié de l'acide étranger qui a servi à le dégager, que par un degré de feu capable de le vitrifier.

Ainsi, l'*acide boracin* doit demeurer au rang des élémens chymiques, du moins jusqu'à ce que M. Cadet ait fourni les nouvelles preuves qu'il a réservées pour un autre mémoire, soit par rapport aux différentes propriétés de ce sel, suivant les différens acides employés à le dégager, soit sur les parties constituantes du borax que ce Chymiste regarde comme un composé de soude, de la *terre vitrifiable du cuivre*, d'une autre substance métallique, qui masque la première, & de l'acide muriatique qui les a *primitivement minéralisées*; je n'ajouterai qu'une seule observation, c'est que la découverte de l'*acide boracin* libre dans les eaux du lac *Cherchiajo*, près duquel on n'a remarqué ni mine cuivreuse, ni soude native, ne laisse guères espérer que M. Cadet puisse remplir la tâche qu'il s'est imposée de produire artificiellement par la combi-

naiſon de ces ſubſtances *un borax abſolument ſemblable à celui des Indes.*

L'*acide boracin* forme avec les terres, les alkalis & les ſubſtances métalliques des combinaiſons ſalines qui prennent le nom générique de *borax* auquel on joint le nom de la baſe. (*Voyez* ce mot & l'article DÉNOMINATION.) Par reſpect pour l'uſage, je conſerve au borax de ſoude le nom de borax commun, ou ſimplement borax.

Cet acide eſt un de ceux dont les affinités ſont le plus différentes par la voie humide & par la voie sèche, parce qu'à raiſon de ſa grande fixité, il reſte uni à la baſe qui quitte un acide plus fort mais plus volatil : c'eſt ainſi qu'il décompoſe à la diſtillation le nitre & le ſel commun ; mais il ne faut pas croire, comme M. Cadet paroit le ſuppoſer, qu'il n'agiſſe dans ces décompoſitions que comme le ſable quartzeux dans l'expérience de M. Veillard, ſa tendance vers la baſe alkaline contribue néceſſairement à décider la ſéparation de l'acide ; cela eſt démontré, ſur-tout par rapport à l'acide muriatique, puiſque l'on ſait qu'il ne ſe décompoſe pas ſeul, ni avec le ſable, par l'action du feu ; nous verrons enfin que toute décompoſition par le ſable n'eſt elle-même déterminée que par ſon affinité avec la baſe alkaline.

L'*acide boracin* ne paroit avoir aucune affinité avec le phlogiſtique ; il eſt même probable que ce principe entre dans ſa compoſition. M. de Fourcroy aſſure que lorſque l'on diſtille l'acide vitriolique ſur l'*acide boracin*, le premier paſſe à l'état d'acide ſulfureux ; il a donc pris du phlogiſtique à l'*acide boracin ;* c'eſt la ſeule conſéquence exacte que l'on puiſſe tirer de cette obſervation.

M. Bergman indique les affinités de l'*acide boracin* dans l'ordre ſuivant : 1°. *Par la voie humide*, le calce, le barote, la magnéſie, la potaſſe, la ſoude, l'ammoniac, le zinc, le fer, le plomb, l'étain, le cobalt, le cuivre, le nickel, le mercure & l'alumine.

Il cède alors les alkalis aux acides vitriolique, nitreux, muriatique, arſenical, fluorique, phoſphorique, ſaccharin, oxalin, tartareux, citronien, formicin & acéteux.

Il en eſt de même pour le barote & l'alumine ; dans la colonne du calce, cet acide eſt placé avant les acides arſenical formicin, & acéteux, & dans celle de la magnéſie avant les acides citronien, formicin & acéteux.

L'*acide boracin* attaque difficilement les métaux ; cette combinaiſon ne reuſſit guères que par *affinité double*, c'eſt-à-dire, en verſant une diſſolution métallique dans une diſſolution de borax ; mais pour ne pas ſe tromper ſur l'effet, il faut que le borax ne ſoit pas avec excès d'alkali, comme il ſe trouve communément (*Voyez* BORAX) ; alors il ne change point les diſſolutions d'or, de platine, d'argent, de biſmuth & de manganèſe.

2°. *Par la voie sèche*, M. Bergman place dans la colonne des affinités de cet acide, le calce, le barote, la magnéſie, la potaſſe, la ſoude & l'alumine : les expériences de M. Achard prouvent que cette dernière doit être ici dans un ordre bien inférieur aux terres métalliques.

Il ne cède les terres & les alkalis qu'à l'acide phoſphorique ; il doit conſéquemment décompoſer tous les ſels métalliques formés d'un acide plus volatil.

M. Cadet a reconnu que cet acide concrèt pouvoit ſervir à la ſoudure des métaux preſque comme le borax lui-même, & qu'il n'en différoit que parce qu'il exigeoit un peu plus de chaleur. On peut conclure de cette obſervation, qu'il n'a que bien peu d'action ſur les métaux, même par la voie sèche, tant qu'ils ſont en état de métal ; ce qui eſt très-conforme aux expériences de M. Achard, ſuivant leſquelles il n'y a que le fer qui ſoit réellement attaqué.

Cet acide diſſout au contraire très-facilement toutes les terres métalliques par la même voie, & forme, comme nous le verrons, avec les plus réfractaires des boraxs vitreux qui percent les creuſets.

L'*acide boracin* ne diſſout pas les réſines.

Il paroit aider la diſſolution des gommo-réſineux. L'eau bouillante qui en eſt ſaturée, devient à un certain point miſcible avec les huiles ; le ſavon qui en réſulte ſe décompoſe au bout d'un certain temps ; mais la partie aqueuſe & ſaline retient toujours un peu du principe huileux ; on le reconnoit à l'odeur & à la ſaveur, lorſqu'on a employé l'huile de thérébentine.

Il eſt remarquable que cet acide retarde plutôt qu'il n'accélère la coagulation du lait ; il n'a pas plus de vertu pour empêcher la décompoſition putride des chairs animales.

ACIDE BORACIN. (*Pharmacie.*) Homberg eſt le premier qui ait employé cet acide en médecine. On vient de voir qu'il a été l'objet du travail des plus ſavans & des plus ingénieux Chymiſtes, qu'il eſt toujours ſous forme concrète, & qu'on l'obtient par ſublimation ou par cryſtalliſation.

Ce ſel étant eſſentiellement le même, quelque ſoit le procédé par lequel on l'ait dégagé du borax, il n'y a aucun motif de donner la préférence au ſublimé ſur le cryſtalliſé, ni à ce dernier ſur le premier : mais comme l'acide employé à l'extraire du borax peut plus facilement reſter uni au cryſtalliſé qu'au ſublimé, il eſt indiſpenſable d'édulcorer le cryſtalliſé par des lotions réitérées dans l'eau froide. J'ai vu le défaut de cette précaution cauſer des accidens très-graves, & les Pharmaciens ne peuvent pas porter trop d'attention à le débaraſſer, par ce moyen, de l'acide excédent ; il en réſultera la perte d'une portion de ce ſel, dont l'eau ſe chargera, mais comme il eſt très-peu diſſoluble, & que l'eau bouillante ne peut en diſſoudre que douze grains par once, la perte ſera trop peu conſidérable pour être de quelque conſéquence ; on pourra d'ailleurs la retrouver par l'évaporation de l'eau

des lavages. C'est par l'acide vitriolique qu'on dégage le plus ordinairement l'*acide boracin* de sa base alkaline, & il est conséquemment très-facile de s'assurer de sa pureté; il faudra seulement en triturer quelques grains dans de l'eau distillée, filtrer la liqueur & la précipiter par le muriate barotique; il se fera sur le champ un précipité, s'il y a de l'acide vitriolique.

Homberg employoit ce sel comme un calmant rafraîchissant dans les maladies aigues inflammatoires, comme un tempérant sédatif dans les nerveuses chroniques, dans les affections histériques & hypocondriaques. Charas lui attribue les mêmes propriétés; le préjugé, plus que l'observation, a perpétué jusqu'à nous la réputation de cet acide concrèt, & le fait encore employer aujourd'hui dans les mêmes maladies; mais plusieurs praticiens célèbres ont avoué avec candeur qu'ils n'ont jamais apperçu des effets bien sensibles de la qualité tempérante de ce sel.

M. Pemberton dit cependant avoir reconnu dans ce sel une vertu légèrement purgative, lorsque l'érétisme & la chaleur excessive suspendoient les excrétions alvines: je peux dire n'avoir jamais eu de preuves bien décisives de son efficacité.

C'étoit de 6 à 8 grains qu'Homberg donnoit son sel sédatif; on en a porté depuis la doze à 24 grains, à 36 & même à demi-once, à une once & plus, & je crois pouvoir assurer qu'on peut sans crainte le donner à grande dose.

La manière la plus ordinaire est de le prescrire dans des potions, dans des émulsions, dans des tisanes de différens genres & dans la limonade; mais il se dissout très-difficilement dans les émulsions & la limonade; il n'y reste que divisé & suspendu, & souvent surnage l'émulsion ou se précipite dans la limonade. Ainsi, lorsqu'on s'est servi de l'un ou de l'autre de ces excipiens, il faut avoir soin d'agiter la bouteille pour en favoriser la dispersion, toutes les fois qu'on veut faire prendre ce mélange aux malades.

La difficile solubilité de ce sel suffiroit pour faire douter de son efficacité; mais la propriété reconnue du tartre raffiné ou crème de tartre, de favoriser la solution de ce sel, offre un moyen de l'employer avec plus d'espérance de succès. Cette découverte de M. de Lassone est d'autant plus précieuse, qu'elle facilite également l'usage de l'acide tartareux concrêt qui à dose convenable, devient un très-bon purgatif peu irritant. (*Voyez* TARTRE RAFFINÉ.) Quatre parties d'acide tartareux concrêt & une d'*acide boracin* exactement mêlés par la trituration, deviennent très-solubles, même dans l'eau froide.

Mais si l'*acide boracin* se dissout très-difficilement dans l'eau, il s'en fait aisément une dissolution dans l'esprit-de-vin. *Voyez* ALCOHOL BORACIN.

La combinaison de l'*acide boracin* avec le mercure offre un moyen avantageux de combattre le virus vénérien. *Voyez* BORAX MERCURIEL.

ACIDE CITRONIEN; le jus de citron est justement placé, par les Chymistes, au nombre des acides, c'est même l'un des acides les plus puissants du regne végétal, si on considère le dégré d'acidité qu'il manifeste sans préparation, & par la seule expression.

Le jus de citron altère les couleurs bleues végétales, & sur-tout l'infusion de tournesol d'une manière aussi sensible que le vinaigre distillé.

La pesanteur de cet acide, dans son état naturel, varie nécessairement suivant la maturité du fruit dont on le retire; je l'ai trouvée ordinairement dans le rapport avec l'eau distillée. :: 1,060 : 1.

Le jus de citron contient une partie mucilagineuse, qui affoiblit & modifie son acide, & delà vient qu'il agit si différemment des autres acides végétaux, comme je l'ai dit à l'article ACIDE ACÉTEUX. C'est encore à raison de ce mucilage, que le jus de citron est susceptibe d'altération à l'air, &, qu'après avoir été exprimé de ses enveloppes, il contracte bientôt la mucidité, & même une aigreur qui est bien différente de son acide propre.

L'acide du citron ne doit être, par conséquent, exprimé qu'au moment où l'on veut en faire usage; cependant M. Georgius a annoncé, dans les mémoires de l'académie de Stockolm, pour l'année 1774, des expériences, dont il résulte que cet acide peut être conservé sans altération & même concentré.

On avoit déja tenté de conserver cet acide; soit en l'enfermant dans une bouteille, dans laquelle on avoit mis du sable, soit en y ajoutant un acide mineral; M. Georgius a reconnu que le premier procédé ne servoit qu'à le gâter plus promptement; que le second l'empêchoit bien de se corrompre, mais en altérant ses propriétés. La méthode la plus avantageuse étoit donc de le garder sous l'huile, dans un vaisseau de verre, percé par le bas, pour pouvoir en tirer, au besoin, la quantité que l'on désiroit; cependant il ne se conservoit pas encore long-temps de cette manière, il perdoit peu à peu de sa transparence, devenoit âpre & contractoit un goût huileux, tellement qu'il n'étoit plus possible d'en faire usage.

M. Georgius a bien compris que cette disposition à s'altérer, venoit d'une abondance de mucilage & d'eau, & qu'il n'étoit pas possible de les séparer, par la distillation, puisque l'acide du citron se décomposoit au dégré de chaleur nécessaire à cette opération, de sorte qu'on n'obtenoit qu'un flegme insipide dans le récipient, & dans la cornue un résidu désagréable; il a eu recours à la congellation, pour dépouiller l'acide de ses parties étrangères & surabondantes à son essence, & ce moyen lui a très-bien réussi, non pas en faisant geler les citrons entiers, il a observé au contraire que dans ce cas, tout l'acide étoit perdu, parce qu'il contractoit un goût d'amer & même de pourri, pendant le dégel de la pulpe & des pepins. Voici son procédé.

Pour purifier d'abord l'acide de cet excès de muqueux, il remplit entièrement une bouteille de verre de bon jus de citron exprimé, il la boucha tout simplement avec du liége, sans y mettre de l'huile, & la porta à la cave en cet état; de cette manière, l'acide s'est conservé quatre ans sans se corrompre, il étoit même devenu aussi limpide que de l'eau, plus pur & meilleur que lorsqu'il avoit été mis dans la bouteille; les parties mucilagineuses s'étoient précipitées en floccons, & il s'étoit formé sous le bouchon, une croute solide.

Mais il restoit a déflegmer cet acide; M. Georgius avoit reconnu qu'en coupant le citron en morceaux, & l'exposant à une douce gelée, il en sortoit un acide très-fort, lorsqu'on le piquoit avec une aiguille, dans la partie charnue; il exposa de même au froid le jus exprimé du citron, & particuliérement celui qui avoit déposé à la longue la partie mucilagineuse, & obtint, enfin, un acide très-pur, très-fort, sans couleur, & non altéré.

M. Georgius recommande de ne pas exposer le jus de citron, à un froid trop vif; toute la liqueur seroit prise en même-temps, & quoique la partie acide pût être séparée, comme la première à dégeler, il y auroit une perte considérable; il suffit donc, que le froid soit assez fort pour congeler la plus grande partie de l'eau, c'est-à-dire, comme de 3 à 5 degrés au-dessous de zéro du thermomètre suédois, ce qui répond à 2 $\frac{2}{5}$ & 4 (aussi au-dessous de zéro) de l'échelle de Réaumur. On doit même avoir l'attention, de séparer la liqueur de la glace, à mesure qu'elle se forme sur les parois, en la transvasant; & on observe que la première portion de glace, n'a absolument point de saveur, au lieu que les dernières ont un goût un peu acide. Cependant cette perte est bien peu considérable, & après avoir réduit, par ce moyen, la liqueur à $\frac{1}{8}$ de son volume, M. Georgius a vérifié que cette acide étoit, en effet, huit fois plus fort qu'auparavant; il n'en fallut que deux dragmes, pour saturer une dragme de potasse, tandis qu'avant la concentration, il en falloit plus de deux onces, pour une pareille quantité du même alkali.

L'*acide citronien*, ainsi purifié & concentré, se conserve pendant plusieurs années, dans une bouteille simplement bouchée avec du liége, & il sert très-bien pour tous les usages, même pour en faire une limonade en poudre, en y ajoutant six parties de sucre rafiné.

Il seroit bien à désirer que, dans l'essai des combinaisons de l'*acide citronien*, on employât un acide preparé à la manière de M. Georgius; car il est très-probable, que c'est encore l'abondance du mucilage dans le jus de citron exprimé, qui a rendu jusqu'à présent, ces combinaisons imparfaites. M. Wenzel, qui a essayé d'en déterminer les proportions, assure en effet n'avoir jamais obtenu que des produits gommeux, même avec les alkalis; cependant ayant saturé du jus de citron avec des crystaux de potasse, & laissé à l'air libre la dissolution, après l'avoir filtrée plusieurs fois, j'y ai trouvé, au bout de quelque temps, un sel non déliquescent & qu'il étoit bien facile de distinguer de la potasse, qui auroit pu se recrystalliser, puisqu'il étoit en petits grains opaques.

Sthal croyoit que l'*acide du citron*, saturé d'yeux d'écrevisses, c'est-à-dire, de terre calcaire, & mis en digestion avec un peu d'esprit-de-vin, prenoit peu à peu la nature du vinaigre; mais quand cette conversion eût été possible, ce que la différence des produits salins de ces deux substances ne permet guères de penser, il est aisé de concevoir que cela n'auroit pu se faire, que par fermentation du principe muqueux, & les moyens indiqués par Sthal, étoient plus propres à l'arrêter, qu'à la produire.

J'ai distillé sur le jus de citron, partie égale d'acide nitreux pur, rectifié à la manière de Meyer, les vapeurs rouges n'ont paru que sur la fin de l'opération, lorsqu'il ne restoit plus rien dans la cornue, & n'ont duré qu'un instant; je voulois essayer par ce procédé, de ramener cet acide à un état plus simple, en lui ôtant une partie de son phlogistique; mais le mélange a passé dans le récipient avant cette décomposition, & je n'ai trouvé au fond de la cornue qu'un peu de matière jaune, qui n'étoit qu'une portion de mucilage altéré par l'action du feu; d'où il résulte que la partie huileuse de cet acide lui est très-adhérente, & tout aussi essentielle qu'aux autres acides végétaux.

Les produits des combinaisons de l'*acide citronien*, doivent être nommés citrates dans le systême de nomenclature analogique. *Voyez les mots* CITRATE, CITRATE CALCAIRE, CITRATE DE POTASSE, &c. Ces sels n'ont été que très-peu examinés jusqu'à ce jour.

M. Bergman a indiqué les affinités de l'*acide citronien* par la voie humide, dans l'ordre suivant: le calce, le barote, la magnésie, la potasse, la soude, l'ammoniac; Mais M. de Bressey à communiqué à l'académie de Dijon, des observations dont il résulte que le barote doit être placé au premier rang, ensuite le calce, ensuite la magnésie, & enfin, les alkalis.

Voici l'ordre des métaux & des autres substances: le zinc, la manganèse, le fer, le plomb, le le cobalt, le cuivre, l'arsenic, le mercure, l'antimoine, l'argent, la platine, l'alumine & l'eau.

Cet acide se décompose avant toute combinaison, par la voie sèche.

On sait que l'*acide du citron* reprend le plomb au vinaigre, puisqu'en mettant dans un mortier, de l'acète de plomb, & y ajoutant un poids égal de jus de citron, il se forme par l'agitation, une matière épaisse, que quelques-uns ont nommée CRÊME DE SATURNE; il y a donc précipitation, elle ne vient point de la partie aqueuse du jus de citron, puisque M. Georgius assure que cette expérience réussit également, & même mieux, avec l'acide concentré.

Acide citronien, (*Pharm.*) cet acide exprimé récemment des citrons, ne peut pas se conserver long-temps dans son intégrité; parce que le principe mucilagineux, qui y est adhérent, entre facilement en fermentation & que ce mouvement le porte à la putréfaction. Aussi a-t-on cherché à l'unir au sucre pour le conserver de manière à pouvoir l'employer dans l'occasion, lorsqu'il est impossible de se procurer des citrons frais. *Voyez* Conserve de citron, Syrop de limons. Mais graces aux expériences de MM. J. C. Wilcke, C. J. Salberg, J. C. Georgius & L. Collin, citées par Bergius dans sa matière médicale, on peut le concentrer par la gelée, de manière à le rendre inaltérable; & dans cet état, il peut-être employé avec avantage pour former différentes espèces de citrates. *Voyez* Citrates de potasse, Ammoniacal, de plomb, et magnésien.

L'*acide citronien*, tel qu'il est exprimé des fruits frais, est un tempérant effervescent, qui réunit toutes les propriétés rafraichissantes, anti-septiques, diurétiques & diaphorétiques des acides végétaux, & notamment de l'acéteux & de l'oxalin. Il possède sur-tout, la propriété de remédier à l'effet de l'opium, pris à très-grande dose, & de calmer l'irritation spasmodique de l'estomac, cause fréquente des vomissemens.

Il paroit, suivant les observations de Lind, que c'est un des plus puissans anti-scorbutiques connus, & que même engagé dans sa pulpe, il produit de très-bons effets, non-seulement pris intérieurement, mais encore employé extérieurement contre les ulcères scorbutiques des gencives, ceux de la surface du corps, & les érésipelles entretenues par l'acre scorbutique; il fait aussi avec succès les fonctions d'un léger escarrotique dans les dartres, & d'un cosmétique efficace dans les taches de la peau.

Le jus de citron se donne ordinairement étendu dans de l'eau, jusqu'à agréable acidité, sous le nom de limonade; on l'adoucit avec du sucre; mais cette addition n'ajoute rien au mérite de la boisson. Elle a toutes les propriétés de l'*acide citronien*, & en facilite l'usage. On en fait la boisson des malades dans les fièvres bilieuses, dans la douleur d'estomac, connue sous le nom de Soda ou fer chaud; dans la maladie noire & dans toutes les occasions où la chaleur animale exaltée, ménace les humeurs d'une dissolution alkalescente.

On fait entrer aussi ce sucre dans différentes potions, notamment dans celle de Rivière, *voyez* Potions; dans quelques compositions officinales, *voyez* Eau anti-scorbutique, & dans quelques compositions magistrales, *voyez* Punch.

Ce suc mêlé à l'huile d'olive, ou d'amandes douces, à parties égales, fait un remède, que l'on regarde comme antelmentique.

L'*acide citronien*, concentré par la gelée, pourra être employé dans les mêmes maladies que celui que l'on retire par simple expression, mais à des doses modérées pour l'intérieur; à raison de sa plus grande acidité; la différence entre celles de cet acide & du jus de citron, est de plus de moitié; car tandis que pour saturer une once de jus, il ne faut que 30 grains d'alkali fixe, une once d'*acide citronien* concentré, en exige plus de 72.

Ce dernier doit être préféré, vu sa plus grande énergie, pour l'usage extérieur, contre les dartres & les maladies de la peau.

Acide fluorique, c'est le nom qu'il convient de donner à l'acide nouvellement découvert par le célèbre Schéele, que l'on retire du fluor minéral & qui existe dans toutes les pierres de ce genre, auxquelles on a donné les noms de fluf-spat, de spat fluor, de spat vitreux, de spat phosphorique, de fausse améthiste, fausse topase, fausse émeraude, & autres expressions empruntées d'une sorte de ressemblance, avec les gemmes, par des couleurs accidentelles.

Le fluor minéral, n'a commencé à être bien connu, ou du moins distingué des spats pesant & séléniteux, que par l'observation du célèbre Margraf, insérée dans les mémoires de l'académie de Berlin, pour l'année 1768. Ce Chymiste s'étant d'abord assuré, que le fluor minéral ne tenoit point d'acide vitriolique, qu'il ne donnoit point de vitriol de potasse, lorsqu'on le traitoit avec l'alkali végétal, essaya sa décomposition par les acides; il mêla huit onces de fluor minéral blanc & verd, calciné & pulvérisé, avec pareille quantité d'acide vitriolique, non fumant, & y ajouta trois onces d'eau: pendant la distillation, il s'éleva un beau sublimé blanc, non seulement dans le col de la cornue, mais jusques dans le récipient, & il resta dans la cornue une masse du poids de douze onces. Margraf vit avec étonnement, que la cornue étoit *percée de trous, comme si l'on y avoit tiré avec de la dragée*, que le verre du récipient étoit lui-même attaqué; & comme il trouva la plus grande partie du sublimé insoluble, il crut pouvoir conclure que c'étoit le fluor même qui avoit été *volatilisé* par l'acide vitriolique; il observa enfin que les acides nitreux, muriatiques, acéteux & phosphoriques produisoient à-peu-près le même effet, lorsqu'on les traitoit à la distillation avec le fluor.

Il restoit, comme l'on voit, beaucoup à faire pour découvrir ses vraies parties constituantes; ce fut l'objet d'un excellent mémoire publié par M. Schéele, dans les actes de l'académie de Stockolm pour 1771. Il y examine les propriétés du fluor minéral; la manière dont il se comporte avec les acides, les alkalis & les sels neutres; les propriétés de son acide, son action sur les terres, les métaux & les dissolutions salines. Toutes ces observations trouveront leur place lorsque je traiterai des sels fluoriques; il suffit d'annoncer ici que M. Schéele prouva très-bien que l'acide vitriolique en dégageoit un acide particulier; que cet acide uni à la terre calcaire régénéroit le fluor; que la base de ce minéral prise par l'acide vitriolique, formoit une vraie sélénite; que le fluor décomposé au feu

par la potasse méphitisée, laissoit de la terre calcaire libre, & qu'ainsi il étoit composé essentiellement d'un acide particulier & de calce, tenant accidentellement un peu d'alumine & de fer.

Il faut présentement faire connoitre le procédé par lequel on retire cet acide; j'exposerai ensuite les objections que l'on a faites contre les qualités spécifiques qui en font une substance propre, de son genre; les différens systêmes que l'on a proposés sur la nature de la terre qui se produit dans cette opération, & les expériences qui me paroissent devoir trancher aujourd hui toutes ces difficultés.

Pour obtenir l'*acide fluorique*, on commence par réduire en poudre très-fine du spat fluor le plus pur que l'on peut se procurer; le fluor verd, qui n'est coloré que par un peu de fer, est aussi bon & plus commun que celui qui est sans couleur; je le préférerois sur-tout au fluor violet foncé, qui étant coloré par la manganèse, pourroit agir sur la cornue & hâter sa destruction.

On pulvérise plus aisément le fluor après l'avoir calciné : cette opération se fait en un creuset couvert, parce qu'autrement il s'en perdroit beaucoup par la décrépitation. M. Buccholz a remarqué que douze onces de fluor minéral blanc, seulement taché de verd, avoient perdu 1 once $\frac{1}{2}$ de leur poids pendant cette calcination. M. Schéele dit au contraire que trois onces de fluor mises ainsi à décrépiter, n'avoient pas éprouvé une perte sensible; mais ces deux observations se concilient très-bien, en ce que M. Schéele avertit que le fluor qu'il employa à cette expérience avoit été précédemment chauffé, au point de n'être plus phosphorescent. Le fluor calciné a perdu à plus forte raison toute sa phosphorescence,& ne peut plus la recouvrer, lors même qu'il est stratifié avec la poussière de charbon, & exposé au soleil; le fluor non coloré reste blanc, le verd devient rougeâtre.

On met dans une cornue de verre un peu épaisse huit onces de ce fluor bien pulvérisé, on y introduit, par le moyen d'un tuyau de verre, pareille quantité d'acide vitriolique concentré; on place la cornue sur un bain de sable, on y ajoute aussitôt un récipient dans lequel on a mis auparavant huit onces d'eau distillée; on lutte le plus exactement qu'il est possible, & même on recouvre le lut de chaux ou de platre délayé dans le blanc d'œuf, avec une bande de toile, comme pour la distillation de l'acide muriatique.

On observe, à l'instant même du mélange, une chaleur sensible, les vapeurs ne tardent pas à se dégager; elles obscurcissent la cornue, avant qu'elle soit placée sur le feu; on sent une odeur, qui ressemble à celle de l'acide muriatique.

Le feu doit être conduit très-doucement dans cette opération, non-seulement pour donner le temps aux vapeurs très-élastiques de se condenser; mais aussi parce qu'en s'élevant trop rapidement, ces vapeurs pourroient emporter avec elles, même jusques dans le récipient, une portion de fluor non décomposé.

Ces vapeurs forment un gas acide dont nous examinerons ailleurs les propriétés. *Voyez* GAS ACIDE FLUORIQUE.

A mesure que la distillation avance, la cornue se couvre intérieurement d'une matière blanche, & il se forme une croûte pareille à la surface de l'eau du récipient. On augmente le feu par degrés jusqu'à faire rougir obscurément le fond de la cornue.

Les vaisseaux réfroidis, on trouve dans le récipient une croûte terreuse blanche, on la sépare de la liqueur, par le filtre, & cette liqueur est l'*acide fluorique* condensé & délayé dans l'eau que l'on y a mise.

On trouve au fond de la cornue une masse pierreuse, & les parois intérieures de ce vaisseau sont corrodées dans toute sa capacité.

J'ai suivi dans ce procédé les proportions de fluor & d'acide vitriolique qu'indiquent MM. Schéele & Buccholz; il est vrai que M. Bergman n'emploie que moitié d'acide vitriolique, & qu'il avertit qu'à quantités égales, il peut arriver qu'il se volatilise une portion de fluor non décomposé, que la cornue soit percée si elle est mince, & qu'il passe dans le récipient un peu d'acide vitriolique; mais M. Bergman suppose : 1°. que l'on traite le fluor sans l'avoir précédemment calciné; 2°. que l'acide vitriolique est *très-concentré*, ce que je ne crois pas nécessaire; l'acide au degré de concentration ordinaire étant tout aussi bon pour l'objet qu'on se propose dans cette opération, pourvu qu'il soit blanc & non phlogistiqué : au reste, on ne risque rien de diminuer la dose de l'acide vitriolique lorsqu'il ne s'agit que d'obtenir l'*acide fluorique* pur, & non de décomposer entièrement le fluor.

Les auteurs varient encore sur la quantité d'eau à mettre dans le récipient. M. Buccholz n'en met que 2 onces, pour 3 onces de fluor, M. Bergman recommande d'y mettre autant d'eau, que l'on a mis de fluor dans la cornue; on ne doit pas hésiter d'adopter le procédé de M. Bergman, parce qu'il vaut mieux avoir l'*acide fluorique* un peu plus délayé & plus pur; nous verrons d'ailleurs que l'eau n'est pas moins nécessaire, pour servir d'excipient à l'acide gaseux, que pour précipiter la terre.

Cette observation a donné lieu à deux questions très-importantes, qu'il faut résoudre pour avoir une entière connoissance de ce qui se passe dans cette opération, & pour pouvoir déterminer la vraie nature de ses produits.

1°. La première question est de savoir, *si la liqueur du récipient est véritablement un acide nouveau, d'un genre particulier.* M. Schéele n'avoit pas hésité de l'affirmer, lorsqu'il eut vu qu'en le combinant avec les diverses bases terreuses, alkalines & métalliques, il en résultoit des sels très-différens

tens de tous les sels connus. Cependant cela n'a pas empêché deux Chymistes de soutenir, l'un que cet acide n'étoit autre chose que l'acide muriatique intimément uni à quelque substance terreuse; l'autre que c'étoit de l'acide vitriolique volatilisé, par le moyen d'une combinaison particulière avec le spat fluor.

La première de ces opinions fut annoncée dans un ouvrage publié en 1773, sous le nom de M. Boullanger. Elle étoit fondée principalement sur ce que l'*acide fluorique* précipitoit l'argent & le mercure de leurs dissolutions, qu'il formoit du muriate d'argent & que si on traitoit à la sublimation le précipité de la dissolution de mercure, on obtenoit un vrai muriate mercuriel doux. M. Schéele a donné la solution de toutes ces objections, dans les actes de l'académie de Stockolm, pour 1780. Ce célèbre Chymiste ne nie pas que l'*acide fluorique* ne précipite l'argent & le mercure; il l'avoit lui-même annoncé dans son premier mémoire; mais il soutient que cette précipitation, toujours très-peu considérable, n'est dûe qu'à une portion d'acide muriatique qui s'y trouve accidentellement, parce que le fluor, ainsi que les autres minéraux formés de calce, récèle communément un peu de sel commun; il le prouve de la manière suivante: il précipite l'argent de sa dissolution nitreuse par la potasse; ce précipité bien édulcoré; il le fait digérer dans l'*acide fluorique*; il filtre la liqueur, qui est une dissolution fluorique d'argent & se sert de cette même dissolution, pour purifier l'*acide fluorique* de tout acide muriatique étranger, de la même manière que l'on se sert de la dissolution nitreuse d'argent pour obtenir l'eau forte précipitée. Cela fait, il filtre la liqueur, il la distille dans une cornue jusqu'à siccité, l'acide qui passe dans le récipient ne donne plus les moindres traces d'acide muriatique. Il est donc bien démontré que cet acide est d'une nature toute différente, puisqu'il ne faut qu'une simple rectification, pour lui faire perdre tous les caractères qui pouvoient établir quelque ressemblance.

Je ne veux pas omettre que M. Abilgaard, avoit de même annoncé dans les actes de Coppenhague de 1777, que l'*acide fluorique*, mêlé à l'acide nitreux pur, dissolvoit l'or; mais cet auteur ne dit pas qu'il ait employé un *acide fluorique rectifié*, dès-lors son observation n'est pas plus concluante que la précipitation de l'argent ou du mercure; il a même la bonne-foi d'avertir qu'il n'y eut dissolution que d'une *petite quantité*; il ne faut pas chercher d'autre preuve que la plus grande partie de l'acide obtenu par la distillation du fluor, n'est pas de l'acide muriatique.

La *seconde* opinion a été défendue par MM. Priestley, Achard, &c. Mais M. Monnet est le premier qui l'ait proposée, & celui qui l'a le plus fortement appuyée; il ne se borne pas à nier l'existence d'un acide particulier dans le fluor; il révoque en doute, jusqu'à la présence de la terre calcaire dans ce minéral; cependant il suffit de lire le compte qu'il a lui-même rendu de ses expériences pour se convaincre non-seulement, qu'il n'a rien prouvé, mais même qu'il n'a pas pris les moyens que l'art lui indiquoit pour résoudre les questions qu'il élevoit, ainsi que M. Macquer le lui a deja très-justement reproché. Je me garderai bien d'entrer dans aucune discussion à ce sujet, mais je dois completter les preuves de l'exactitude de l'analyse du fluor; celles que m'offre M. Schéele dans sa réponse à M. Monnet, ne laissent rien à désirer. Pour n'avoir pas à revenir sur le même sujet, j'y réunirai quelques observations relatives, publiées par d'autres Chymistes.

L'*acide fluorique* peut être dégagé de sa base par les acides nitreux & muriatique; il jouit alors des mêmes propriétés que celui qui a été dégagé par l'acide vitriolique, ce dernier n'est donc pas essentiel à sa composition. L'*acide fluorique* est à la vérité mêlé dans cette opération d'une portion d'acide nitreux ou muriatique qui a passé avec lui; mais on ne peut les confondre avec l'acide vitriolique. M. Schéele avertit que ces acides doivent-être délayés, afin que l'affinité de l'eau avec l'*acide du fluor* décide sa décomposition. M. Bergman recommande d'employer quatre fois autant de ces acides que de fluor. Le fluor donne le même acide lorsqu'on le décompose par l'acide arsenical, & par l'acide phosphorique.

Enfin, M. Abilgaard assure avoir retiré de la distillation du fluor avec l'acide boracin, un acide absolument semblable à celui qu'on en obtient par l'acide vitriolique.

M. Schéele a distillé sur une once de fluor pulvérisé 3 onces d'acide vitriolique & a poussé le feu jusqu'à ce qu'il ne passât plus rien; il a fait bouillir le résidu avec la quantité de potasse, exactement déterminée, que 3 onces du même d'acide vitriolique avoient exigé pour leur saturation précise, la liqueur filtrée se trouva parfaitement neutralisée, c'étoit une dissolution de vitriol de potasse; l'acide vitriolique n'avoit donc pas servi à former l'acide qui avoit passé dans le récipient.

L'*acide fluorique* ne regénère pas le spat pesant dans les dissolutions barotiques, il ne trouble pas la dissolution nitreuse de plomb; il ne donne point d'hépar, lorsqu'on le traite avec le charbon, après l'avoir saturé de potasse; ce n'est donc pas de l'acide vitriolique.

La nature calcaire de la base du fluor est prouvée par la sélénite que l'on trouve dans la cornue, quand on l'a décomposé par l'acide vitriolique; parce que le fluor dissous dans l'acide nitreux donne un précipité séléniteux par l'addition de l'acide vitriolique, un précipité calcaire par l'addition de l'akali fixe crystallisé; & par ce qu'en saturant l'*acide fluorique* de terre calcaire, on obtient un vrai fluor minéral régénéré. Il est même facile d'en séparer directement cette terre; il suffit de le faire fondre dans un creuset, avec 4 parties de potasse méphitisée; la masse fondue dans l'eau laisse

sur le filtre une vraie terre calcaire accidentellement mêlée d'un peu d'argile, de chaux martiale, & peut-être, d'une portion de fluor qui a échappé à la décomposition. On n'est pas étonné que M. Monnet n'ait pas réussi en n'employant que partie égale d'alkali *bien pur*; mais on ne peut s'empêcher de l'être, qu'il se soit permis de nier le resultat d'une expérience avant que de l'avoir répetée comme elle étoit décrite. M. Schéele avoit précisément averti, dans son premier mémoire, que le fluor se fondoit sans aucun changement avec l'alkali caustique, qu'il falloit 4 parties d'alkali, & d'un *alkali crystallysé*, pour opérer cette décomposition. Cette expérience a été répétée plusieurs fois publiquement dans les séances du cours de Chymie de l'académie de Dijon, sur le spat fluor verd, d'Auvergne, & le résultat a toujours été tel que M. Schéele l'avoit annoncé, parce que je me conformois exactement à ses doses & à son procédé.

Il n'y a donc plus lieu de douter que l'*acide fluorique* ne soit un acide particulier de son genre, & qu'il n'existe dans le fluor minéral combiné avec le calce. Mais une analyse n'est sûre qu'autant qu'on en connoît bien tous les produits; nous avons vu ici une croûte terreuse se former à la surface de l'eau du récipient, cette croûte se montre quelque soit l'acide décomposant; on a proposé des hypothèses très-diverses pour l'explication de ce phénomène, M. Achard a même cherché à établir dans les mémoires de l'académie de Berlin de 1779, que cette croûte n'étoit que la terre particulière du fluor minéral unie à l'acide vitriolique; il est indispensable de fixer à cet égard les opinions, l'état actuel de nos connoissances me fournit heureusement la solution complette du problême.

II. *Quelle est la nature & l'origine de la croûte terreuse, qui couvre l'eau du récipient dans l'analyse du fluor?* Il semble que cette question devoit être décidée par les premières expériences de M. Schéele, puisqu'il reconnut, 1°. que cette terre blanche étoit insoluble dans l'eau, insoluble dans les acides; qu'elle formoit avec la potasse la liqueur des cailloux, & qu'elle présentoit, enfin, tous les caractères du quartz; 2°. que le fluor régénéré ou produit artificiellement par l'*acide fluorique* saturé d'eau de chaux, fournissoit la même croûte terreuse lors de sa distillation; 3°. que le verre étoit toujours fortement attaqué. Les circonstances indiquoient assez que cette croûte étoit formée de la propre substance des vaisseaux; mais c'est une particularité bien digne de remarque, qu'un Chymiste aussi habile, ait été déterminé à abandonner cette idée, précisément par la même expérience qui en a fourni depuis la démonstration. M. Schéele imagina d'employer des vaisseaux de métal, il mit le fluor pulvérisé, avec l'acide vitriolique, dans un cylindre de laiton, garni de son couvercle; il suspendit en même temps au-dessus du mélange, une cheville de fer, & un charbon de bois; il n'apperçut aucun changement au bout de deux heures; mais les ayant trempés dans l'eau, il trouva deux heures après un peu de poussière blanche quartzeuse à leur surface, qui avoit sans doute été portée dans le mélange par le fluor minéral, & qui lui persuada qu'elle n'étoit pas seulement un produit de la substance du verre, quoiqu'il fût toujours attaqué.

M. Macquer, à qui M. Bergman avoit envoyé une petite quantité de cette terre, reconnut qu'elle ne se lioit pas comme l'argile, qu'elle usoit l'acier, qu'elle fondoit en verre avec l'alkali, & qu'elle restoit fixe & infusible au feu du miroir ardent; d'où il conclut que c'étoit véritablement du quartz.

La nature de cette terre étant ainsi bien constatée, M. Bergman s'appliqua à rechercher son origine, & publia en 1779, une dissertation dans laquelle il admit, comme très-probable, qu'elle étoit le produit de la coagulation des vapeurs de l'*acide fluorique*, avec les élémens solides de l'eau; d'où il résultoit que le quartz étoit un composé de la nature des sels.

MM. Wiegleb & Buccholz, ont fait depuis plusieurs expériences, très-bien ordonnées, pour prouver que cette terre venoit du verre des vaisseaux. Le premier a distillé sur 2 onces (ou 960 grains) de fluor calciné, 2 onces & demie d'acide vitriolique concentré; il avoit eu la precaution de prendre le poids exact de la cornue, qui étoit de 1260 grains, & celui du récipient, qui étoit de 1110 grains, & dans lequel il avoit ajouté 2 onces d'eau.

Après la distillation, la cornue avec ce qui y étoit resté ne pesoit plus que 5 onces 330 grains, elle avoit donc perdu 1 once 210 grains.

Le récipient avec le contenu pesa 5 onces 180 grains, il s'en falloit donc 180 grains, que l'augmentation dans le récipient ne répondit à ce que la cornue avoit perdu; il conclut avec raison, que cet excédent étoit la portion qui s'étoit échappée en vapeurs.

Mais la circonstance essentielle, c'est qu'après avoir cassé la cornue, & retiré avec soin, 1°. la terre blanche, adhérente aux parois intérieurs, du poids de 180 grains, 2°. le résidu du poids de 3 onces 160 grains, tous les morceaux de la cornue exactement rassemblés ne pesèrent plus que 950 grains, de sorte qu'il y avoit diminution réelle de son poids de 310 grains.

Enfin, ayant réuni toutes les portions de terre, c'est-à-dire, celle qui étoit dans le col de la cornue de 180 grains, celle qui surnageoit la liqueur du récipient, de 57 grains, & celle qui étoit en dissolution dans l'*acide fluorique*, & qui après avoir été précipitée par l'alkali volatil, pesoit 120 grains; elles donnèrent toutes ensemble le poids de 357 grains, qui excédoit par conséquent de 47 grains, ce qui avoit été enlevé à la cornue; mais cet excédent n'étoit dû qu'à un peu d'humidité, ou peut-être à un reste d'acide, M. Wiegleb en eut la preuve, en ce que ces terres, après avoir été exposées dans un creuset, à une

douce chaleur ; ne pesoient plus que 292 grains ; & comme il les avoit mises dans des creusets différens, il observa que la croûte du récipient avoit perdu elle seule 36 grains, c'est-à-dire, près des deux tiers de son poids, tandis que le sublimé de la cornue n'avoit perdu que 24 grains, & le précipité 5 grains seulement.

Il manquoit alors 18 grains pour retrouver tout ce qui avoit été enlevé à la cornue; mais, comme le dit ce Chymiste, il est très-probable que cette petite quantité avoit été emportée par les vapeurs pendant l'opération.

M. Buccholz a répété cette expérience, sur des quantités quadruples; il remarqua que le récipient avoit été attaqué dans l'endroit où tomboient les gouttes de l'acide ; mais au surplus ses résultats furent les mêmes, je me bornerai à en présenter ici le tableau.

Avant l'opération.

	onces.	gros.	onces.	gros.
Poids de la cornue vuide. . . .	12	6	28	6
Fluor calciné & pulvérisé. . .	8			
Acide vitriolique.	8			
Poids du récipient vuide. . . .	26		28	
Eau.	2			
TOTAL. . . .			56	6

Après la distillation.

	onces.	gros.	onces.	gros.
Les morceaux rassemblés de la cornue. . .	9	7	26	2
Le résidu dans la cornue. . . .	14	4		
Le sublimé au col de la cornue. .	1	7		
Le récipient avec ce qu'il contenoit.			29	6
TOTAL. . . .			56	

Ainsi, il y avoit sur le tout une diminution de 6 gros, qui avoient passé en vapeurs, & la cornue avoit perdu de son propre poids 2 onces 7 gros.

Ces expériences répandoient, sans doute, un assez grand jour sur la véritable origine de cette croûte terreuse; mais M. Meyer a fourni le complément de la démonstration, en substituant des vaisseaux de métal aux vaisseaux de verre, comme M. Schéele l'avoit d'abord imaginé ; voici le procédé de M. Meyer, tel qu'il m'a été communiqué par M. Bergman lui-même, pour l'insérer dans la traduction de sa dissertation sur la terre quartzeuse, & en m'annonçant avec la candeur d'un vrai philosophe, ami de la vérité, qu'il abandonnoit absolument l'hypothèse sur laquelle il avoit fondé l'explication de ce phénomène.

M. Meyer a pris trois vaisseaux cylindriques d'étain, d'égale capacité ; il a mis dans chacun un mélange de 3 onces d'acide vitriolique & d'une once de fluor minéral, qu'il avoit eu l'attention de pulvériser dans un mortier de métal ; il a ajouté dans le *premier* de ces mélanges, une once de verre pulvérisé, dans le *second*, une once de quartz en poudre ; il n'a rien ajouté dans le *troisième*.

Il a supendu une éponge imbibée d'eau, au-dessus de chacun de ces mélanges, & ayant fermé ces vaisseaux de leurs couvercles ; il les a exposés à une chaleur tempérée.

Une demie heure après, l'éponge du cylindre qui contenoit le *premier* mélange, se trouva couverte d'une croûte quartzeuse, le mélange étoit lui-même considérablement gonflé ; il n'y avoit aucun changement dans les deux autres vaisseaux.

Douze heures après, l'éponge suspendue au-dessus du *second* mélange, étoit aussi chargée d'une poussière blanche ; celle du *troisième* ne montra pas la plus légère trace de quartz, même au bout de plusieurs jours.

Ainsi, la croûte quartzeuse produite dans ces opérations, est une portion du verre qui est attaquée & véritablement dissoute par les vapeurs acides, qui se précipite en partie, lorsqu'elle viennent à rencontrer l'eau du récipient, parce que l'acide délayé ne peut tenir en dissolution la même quantité que l'acide en état de gas.

Il seroit superflu, après cela, d'examiner les expériences multipliées desquelles M. Achard a cru pouvoir conclure que cette terre qu'il appelle *spathique* est de toutes les substances connues, celle qui possède au plus haut degré, la propriété de mettre en fusion ou de vitrifier les terres & les chaux métalliques ; cette propriété étant directement opposée à celle du quartz, & cette terre étant bien démontrée de nature quartzeuse, soit par son origine, soit par les témoignages univoques des plus célèbres Chymistes de Suède, de France & d'Allemagne, il faut bien que le savant académicien de Berlin, ait été induit en erreur, par l'impureté des matières qu'il aura employées ou par quelque autre circonstance de ses opérations.

Maintenant que nous connoissons l'*acide fluorique* pour un acide particulier, il est intéressant de déterminer ses propriétés pour en faire ensuite d'utiles applications.

Comme il attaque le verre & le retient en dissolution, il est très-difficile de l'obtenir pur & privé de toute matière quartzeuse. M. Schéele l'a distillé jusqu'à trois fois pour le rectifier, & quoiqu'il l'eût filtré à chaque fois, il trouva toujours de la terre quartzeuse dans le récipient & dans la cornue. Non-seulement l'esprit-de-vin le plus rectifié ne précipite pas cette terre ; mais même lorsqu'on en met au lieu d'eau dans le récipient, il ne s'y forme plus de croûte terreuse, l'esprit

s'unit à l'acide sans le séparer de sa base. Quoique M. Wiégleb n'ose assurer que des vaisseaux d'or & d'argent puissent résister à son action, il me paroit qu'ils serviroient très-bien pour cette rectification, puisque M. Schéele a observé que ces deux métaux n'en étoient point attaqués à la chaleur de l'ébullition, & il est propable qu'en conduisant le feu très-doucement, on en auroit au moins une partie libre, parce que le quartz resteroit dans la cornue; il n'est pas besoin d'avertir qu'il faudroit toujours mettre de l'eau dans le récipient, pour empêcher la dissipation de l'acide en état de gas. Mais jusqu'à ce qu'on soit assez certain du succès, pour faire la dépense de ces vaisseaux dans les laboratoires, il y a d'autres procédés qui le donnent assez pur, pour essayer la plupart de ses combinaisons.

L'eau seule, en affoiblissant l'acide, précipite déja, comme je l'ai dit, une grande partie de la terre; M. Bergman a reconnu, qu'il n'en tenoit plus que $\frac{1}{600}$ de son poids, lorsqu'il étoit délayé au point que sa pesanteur spécifique ne fût plus à celle de l'eau, que : : 1,064 : 1,000 :

La terre quartzeuse peut d'ailleurs être précipitée par l'alkali volatil, soit avant, soit après avoir délayé l'acide; dans le premier cas, il se forme une gelée dont on sépare aisément le quartz, par l'édulcoration. Il est vrai que la liqueur tient alors du fluor ammoniacal; mais la présence de cette base n'empêche pas de suivre le jeu des affinités dans une infinité d'occasions, & M. Schéele, en a donné la preuve par les observations qu'il a faites avec ce sel, & dont je parlerai ailleurs.

Enfin, lorsqu'on verse un alkali fixe & surtout de la dissolution de potasse dans cet acide, il se fait un précipité qui est un fluor de potasse quartzeux, & comme ce trisule a la propriété de ne se dissoudre que dans l'eau chaude & même difficilement, on parviendroit peut-être de cette manière à séparer le quartz du surplus de la liqueur sans y former de sel neutre.

L'*acide fluorique* altère très-fortement toutes les couleurs bleues végétales; il fait même impression sur la peau, lorsqu'il est un peu concentré.

Cet acide est jusqu'à présent le seul qui dissolve le quartz & le verre. M. Macquer croit qu'il doit être pour cela en état de gas sec, il ne seroit pas surprenant qu'il eût alors plus d'action, & même la précipitation qui se fait, lorsqu'il vient à rencontrer l'eau en est une preuve suffisante; Mais l'expérience de M. Meyer prouve aussi qu'il peut agir sur ces matières dans l'état de liqueur, puisque dans son procédé, il ne le touche qu'avant sa volatilisation; je puis même ajouter que c'est toujours vers le fond que les cornues dans lesquelles on fait les opérations sont le plus attaquées, j'en ai vu plusieurs percées à jour, dans la partie inférieure, tandis que la voûte & le col n'étoient que dépolis. Cet acide a besoin sans doute, d'être aidé de la chaleur, cependant le feu de digestion suffit pour rendre la dissolution très-sensible, & quoique la surface des flacons dans lesquels on conserve cet acide, ne soit pas entièrement dépolie, l'altération qu'elle éprouve ne peut néanmoins être attribuée qu'à un commencement de dissolution, même à la température ordinaire.

Cet acide forme avec les différentes bases des sels, qui sont pour la plupart ou insolubles ou gélatineux. *Voyez* FLUORS; quelques-uns cependant, donnent des crystaux.

Il est remarquable qu'il n'attaque ni l'étain, ni le cobalt en état de métal, & même qu'il n'agit sur le plomb que très-difficilement.

Il ne précipite pas la dissolution nitreuse de plomb; mais il précipite entièrement la dissolution acéteuse de ce métal, & il redissout le précipité, lorsqu'on en ajoute une suffisante quantité.

M. Bergman indique les affinités de l'*acide fluorique*, dans l'ordre suivant.

Par la voie humide, le calce, le barote, la magnésie, la potasse, la soude, l'ammoniac, le zinc, la Manganèse, le fer, le plomb, l'étain, le cobalt, le cuivre, le nickel, l'arsenic, le bismuth, le mercure, l'argent, l'or, la platine & l'eau.

Par la voie sèche, le calce, le barote, la magnésie, la potasse, la soude, les substances métalliques, l'ammoniac & l'alumine.

Comme cet acide enlève la magnésie à l'acide vitriolique, & ne lui enlève pas le calce, M. Bergman, pense qu'elle pourroit bien mériter ici le premier rang; mais il faut attendre une expérience directe pour le décider.

On a vu que la potasse décomposoit le fluor calcaire; mais c'est la potasse méphitisée à raison d'une double affinité.

L'*acide fluorique*, s'unit à l'esprit-de-vin. *Voyez* ÉTHER FLUORIQUE.

Il paroit qu'il n'a point d'affinité avec l'huile grasse, puisque si on en met à la place de l'eau, dans le récipient pendant la distillation du fluor minéral, avec l'acide vitriolique, il ne se forme pas de croute terreuse à sa surface, l'huile n'éprouve aucun changement, & suivant M. Schéele, l'*acide fluorique* se dissipe tout entier, en état de gas par les jointures.

ACIDE FORMICIN, ou *des fourmis*. L'acide des fourmis est tellement à nud, pendant la vie même de ces insectes, que l'on doit être étonné que les anciens n'en aient pas fait mention, & que leur silence à cet égard est une des plus fortes preuves du peu de progrès qu'ils avoient fait dans la Chymie des acides. Ce ne fut que sur la fin du quinzième siècle que quelques botanistes observèrent, avec surprise, que la fleur de chicorée jettée dans un tas de fourmis *devenoit aussi rouge que du sang*. Il en est fait mention dans les ouvragas de *Langham*, *d'Hieronimus Tragus*, *d'Othon Bransfeld*, & de *Jean Bauhin*.

M. *Hunerwolf* publia, en 1688, dans les éphémérides d'Allemagne, qu'un foulonnier faisant provision de fourmis, avoit été délivré d'un mal

de tête auquel il étoit sujet depuis long-temps, & que ses mains avoient été excoriées par la liqueur âcre de ces insectes. Mais *Samuel Fisher* est le premier qui ait véritablement reconnu l'acide des fourmis, en travaillant à l'analyse des substances animales par la distillation; il essaya son action sur le plomb & sur le fer; il communiqua ses observations à J. Vray, qui les fit insérer dans les transactions philosophiques de 1670. *Etmuller* a décrit cette distillation dans ses œuvres pharmaceutiques. *Hoffman* distilla l'esprit-de-vin sur les fourmis, & nomma le produit *eau de magnanimité*. En 1749 le célèbre *Margraff* reprit cette matière, & l'enrichit d'un grand nombre d'expériences; il combina cet acide avec les terres, les alkalis & les métaux, & conclut qu'il avoit beaucoup de rapport avec l'acide acéteux, quoiqu'il ne lui ressemblât pas parfaitement. Enfin MM. *Ardvisson* & *Oehrn* se sont attachés à completter le système de nos connoissances sur cet acide dans une excellente dissertation qu'ils ont publiée à Leipsic en 1777, & qui m'a principalement servi pour cet article, ainsi que pour tous les formiates ou sels formés de l'*acide formicin*.

Toutes les fourmis ne sont pas également bonnes pour en retirer l'acide, les petites fourmis rouges que nous voyons dans nos jardins n'en donnent que très-peu; il en est de même des espèces que Linné appelle *Herculana*, *fusca*, *cespitum*; l'espèce qui en fournit abondamment est une fourmi rousse une peu grosse, *formica rufa*, Linn. qui habite communément dans les bois; je l'ai cependant trouvée dans des jardins & des champs, tout près des villes, à la vérité dans des endroits un peu élevés & secs.

Tous les temps de l'année ne sont pas également convenables pour ramasser les fourmis; c'est aux mois de Juin & de Juillet qu'elles contiennent le plus d'acide; il suffit alors de presser une de ces fourmis dans un morceau de papier teint en bleu par le tournesol, pour le faire passer au rouge le plus vif, quelquefois même elles y laissent des taches de cette couleur, en le traversant librement. Lorsque cela arrive, on est assuré que l'espèce & la saison ne peuvent être mieux choisies.

Pour ramasser les fourmis, on ouvre la fourmillière, on y couche de petit bâtons sur lesquels elles s'attachent & que l'on secoue dans un grand vaisseau de terre vernissée rempli d'eau.

Il y a deux manières d'en retirer l'acide: la distillation & la lixiviation.

Pour la *distillation*, après avoir nettoyé les fourmis de toutes matières étrangères, & les avoir fait sécher à une douce chaleur, on en remplit à moitié une cucurbite de verre que l'on garnit de son chapiteau, on y adapte le récipient, & on donne d'abord un feu très-doux, que l'on augmente par degrés, jusqu'à ce que tout l'acide ait passé. On trouve dans le récipient une liqueur très-acide; il y a toujours à la surface un peu d'huile empyreumatique, que l'on sépare par le moyen d'une chausse qui a été auparavant trempée dans l'eau. MM. Ardvisson & Oehrn ont retiré de cette manière, par livre de fourmis, 7 onces $\frac{1}{2}$ d'un acide dont la pesanteur spécifique, à la température de 15 degrés au-dessus de zéro, étoit à celle de l'eau :: 1,0075 : 1,0000.

Cette opération réussit également dans une cornue de verre; c'est ainsi que je l'ai pratiquée, à l'exemple de M. Spielman, & de 49 onces de fourmis, j'ai obtenu 23 onces deux gros d'acide assez fort; quelques-uns ajoutent de l'eau dans la cornue, mais il est évident qu'elle ne sert qu'à affoiblir l'acide.

Le procédé par la *lixiviation* est encore moins embarrassant: on lave les fourmis dans l'eau froide, on les étend sur un linge, & on verse dessus de l'eau bouillante; lorsque l'eau est refroidie, on enlève le linge pour la faire écouler; on passe une seconde & une troisième fois de nouvelle eau bouillante sur les fourmis, que l'on sépare de même lorsqu'elle est froide, & à la fin on tord le linge pour exprimer le reste de la liqueur: on réunit toutes ces eaux & on les filtre; on obtient de cette manière, par livre de fourmis, environ une pinte d'acide aussi fort que le vinaigre, & qui a plus de pesanteur spécifique. MM. Ardvisson & Oehrn pensent que cet acide pourroit remplacer le vinaigre dans les usages économiques.

Cependant si l'on veut conserver cet acide, il faut le débarrasser de l'huile que le filtre n'a pu séparer completteinent, qui est en partie de l'huile grasse & en partie de l'huile essentielle, qui rendent la liqueur trouble & la disposent à la putréfaction. Les mêmes auteurs conseillent de le faire bouillir avec précaution & à plusieurs reprises, & ils croient qu'ainsi purifié il seroit préférable au vinaigre.

Pour les expériences chymiques, il est indispensable de rectifier cet acide, ce qui se fait en répétant les distillations à un feu doux, dans des vaisseaux peu élevés, jusqu'à ce qu'on n'y apperçoive plus rien d'huileux, c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'il ne soit plus coloré; car il est impossible de le priver absolument des deux espèces d'huile. Après quatre rectifications, l'huile grasse se manifestoit encore par l'odeur empyreumatique, & l'huile essentielle par les zones qu'elle formoit. L'odeur empyreumatique se perd lorsqu'on laisse l'acide exposé à l'air; elle se dissipe par l'évaporation, ou encore mieux par la concentration à la gelée; mais pour l'huile essentielle, elle ne peut en être séparée, & paroit une des parties constituantes de cet acide.

La pesanteur spécifique de l'*acide formicin* ainsi rectifié a été trouvée par MM. Ardvisson & Oehrn :: 1,0011.

M. Thouvenel a annoncé un autre procédé qu'il regarde comme plus facile pour recueillir l'*acide formicin*; il consiste à présenter sur des fourmillières des linges imbibés d'alkali fixe dont on extrait en-

fuite le fel par lixiviation ; il eft évident que ce procédé ne pourroit être avantageux que dans le cas où l'on n'auroit befoin de l'acide que pour en former tout de fuite un fel neutre à bafe alkaline.

Cet acide eft propre à l'efpèce des fourmis ; Lifter avoit affuré avoir retiré un femblable acide des guêpes & des abeilles ; MM. Ardviffon & Oehrn n'en ont point obtenu, de forte que jufqu'à préfent il ne s'eft trouvé dans aucun autre animal.

L'*acide formicin* eft un acide particulier de fon genre. Margraff, & la plupart de ceux qui l'ont traité depuis, ont dit qu'il avoit une grande analogie avec le vinaigre : mais qu'entend-on par cette analogie ? Veut-on dire par-là qu'il a à-peu-près le même degré d'acidité, qu'il eft fufceptible du même degré de concentration, qu'il fe détruit de même au feu, qu'il peut enfin lui être fubftitué dans les ufages économiques ou médicinaux lorfqu'on ne cherche qu'un acide de pareille intenfité ? Tout cela eft vrai, fans doute ; mais il n'y a rien à en conclure ; car en ce fens toutes les fubftances ont entr'elles de l'analogie, parce qu'il n'en eft aucune dans la nature qui fe diftingue de *toutes* les autres par *toutes* fes propriétés. Qui eft-ce qui ne fait que la plupart de ces rapports exiftent dans tous les acides qui admettent dans leur compofition une portion d'huile, qui les met à l'état d'huiles effentielles, d'acides fluides ou concrets ? Il faudroit donc, dans ce fyftême, les regarder tous comme un feul & même acide.

Veut-on dire au contraire que l'*acide formicin* eft exactement de la même nature que l'acide acéteux, qu'il en a toutes les propriétés ? Cette affertion eft démentie, comme on le verra, par les réfultats différens qu'il donne dans les mêmes circonftances, & en s'uniffant avec les mêmes bafes.

Veut-on dire enfin que l'*acide formicin* n'eft que l'acide acéteux déguifé par une furcompofition ? Cela n'eft pas même probable, puifque le furcompofé eft ordinairement plus foible, & que l'*acide formicin* déplace le plus fouvent l'acide acéteux ; mais il n'eft pas ici queftion de probabilités, & quand elles fe réuniroient toutes en faveur de cette opinion, elles feroient encore infuffifantes ; ceux qui portent en Chymie les règles de la faine logique penferont toujours, avec MM. Ardviffon & Oehrn, que tant qu'on ne fera point parvenu à convertir l'*acide formicin* en acide acéteux, on doit regarder le premier comme un acide de fon genre ; c'eft ainfi que s'expriment ces deux auteurs, après avoir recherché avec beaucoup de foin tout ce qui pouvoit fonder la prétendue analogie.

Suivant M. Thouvenel, ce n'eft plus avec le vinaigre, c'eft avec l'acide phofphorique, ou, comme il l'appelle avec l'*acide microcofmique*, que l'*acide formicin* fe trouve avoir *beaucoup de rapport* ; comme il n'a point publié les expériences qui lui ont fait découvrir ces rapports, on eft réduit à les imaginer, & j'avoue que je n'en apperçois point d'autre que d'appartenir tous les deux au règne animal ; il n'y a peut-être pas au furplus deux acides plus éloignés de fe reffembler ; le premier foutient le feu de vitrification, & l'autre fe détruit au feu de diftillation ; celui-là forme, avec le calce, un fel infoluble ; celui-ci un fel cryftallifable & foluble, &c., &c.

Laiffons-donc toutes ces opinions enfantées fans doute par un refte de préoccupation pour le fyftème d'un acide univerfel dont tous les autres ne devoient être que des modifications ; nous avons vu qu'au lieu d'un acide univerfel, il n'y avoit réellement qu'un principe acidifiant commun, qui, en s'uniffant à des bafes différentes, conftituoit tous les différens acides ; (*Voyez* ACIDE.) ce principe eft l'air, & il exifte bien fûrement auffi dans l'*acide formicin*, il n'en faut d'autre preuve que l'effervefcence que donne le réfidu de la diftillation du formiate de potaffe. Margraff, qui le premier a obfervé ce phénomène, avant que la théorie des gas ne fût connue, s'étonnoit, avec raifon, que l'acide de fon fel eût entiérement difparu, qu'il n'eût laiffé qu'un fel qui avoit toutes les propriétés alkalines, qui faifoit effervefcence avec fon propre acide. Nous favons préfentement tout ce qui fe paffe dans cette opération ; fi l'acide n'eft que foiblement engagé dans fa bafe, il fe dégage ; fi l'union eft plus intime, il faut un degré de feu plus fort, ce feu détruit, par fa violence, la compofition même de l'acide, & l'air principe acidifiant, affranchi pour lors de fes liens, fe convertit en gas acide méphitique, & s'uniffant à l'alkali, le rend effervefcent. *Voyez* les mots ACÉTE CALCAIRE, ACÉTE DE POTASSE.

On ne fauroit douter encore que l'*acide formicin* ne tienne du phlogiftique, & même qu'il n'y foit bien moins adhérent que dans le vinaigre, puifque celui-ci diffout très-bien la chaux de mercure, au-lieu que, fuivant l'obfervation de MM. Ardviffon & Oehrn, l'*acide formicin* la réduit, c'eft-à-dire, qu'il eft obligé de le céder à l'affinité plus puiffante de la terre mercurielle ; il le cède de même à l'acide muriatique déphlogiftiqué.

Voici les propriétés de l'*acide formicin*, fuivant les obfervations de MM. Ardviffon & Oehrn : il retient l'eau fi avidemment, qu'il ne peut en être féparé entiérement par la diftillation ; lorfqu'il eft le plus rectifié, fa pefanteur fpécifique eft à celle de l'eau : : 1,0453 : 1,0000.

Il affecte le nez & les yeux d'une manière particulière, qui n'eft pas défagréable ; il a un goût piquant & brûlant lorfqu'il eft pur, & flatte le palais lorfqu'il eft étendu dans l'eau.

Il rougit les couleurs bleues végétales, il altère même le papier qui enveloppe les pains de fucre, & le fait paffer infenfiblement à un rouge jaune, lorfqu'il eft un peu concentré. Une partie de cet acide mêlée à 75 parties d'eau diftillée, rougit encore, à la vérité foiblement, le fyrop de violettes : étendu de 430 parties d'eau, il produit des taches rougeâtres fur le papier coloré par l'infufion de tour-

neſol ; lorſqu'il eſt noyé dans 1300 parties d'eau, il n'altère plus que l'infuſion de tourneſol.

Il s'unit facilement aux autres acides ; il noircit lorſqu'on le fait bouillir avec l'acide vitriolique ; auſſi-tôt que le mélange s'échauffe, il donne des vapeurs blanches piquantes, & quand il bout, il s'en élève un gas qui s'unit difficilement à l'eau diſtillée & à l'eau de chaux ; en diſtillant ce mélange, on retrouve l'*acide formicin*, mais en moindre quantité.

L'acide nitreux bouilli avec l'*acide formicin* donne des vapeurs phlogiſtiques, & une eſpèce de gas qui trouble l'eau de chaux, qui ſe diſſout difficilement & en petite quantité dans l'eau. L'*acide formicin* eſt entiérement détruit dans cette opération, ſur-tout lorſqu'on a employé une grande quantité d'acide nitreux très-concentré.

L'acide muriatique n'altère pas l'*acide formicin*, & on les ſépare ſans perte par la diſtillation. Il n'en eſt pas de même avec l'acide muriatique déphlogiſtiqué, il décompoſe l'*acide formicin*, en lui enlevant ſon phlogiſtique.

L'*acide formicin* ne paroît pas ſuſceptible de former une combinaiſon immédiate avec le phlogiſtique. Il forme, avec les autres baſes, des ſels que j'appelle formiates. *Voyez* FORMIATE BAROTIQUE, FORMIATE DE POTASSE, &c.

MM. Ardviſſon & Oehrn ont déterminé ſes affinités dans l'ordre ſuivant : le barote, la potaſſe, la ſoude, le calce, la magnéſie, l'ammoniac, le zinc, la manganèſe, le fer, le plomb, l'étain, le cobalt, le cuivre, le nickel, le biſmuth, l'argent, l'alumine, les huiles eſſentielles & l'eau.

Cet acide, quelque foible qu'il paroiſſe, a cependant l'avantage ſur les acides acéteux, boracin, vitriolique, nitreux fumant & méphitique ; il l'emporte même en quelques occaſions ſur l'acide arſenical auquel il enlève le nickel & le cobalt.

On n'auroit pas ſoupçonné que cet ordre d'affinités pût changer à un degré de chaleur incapable de détruire l'acide ; cependant l'acide boracin le dégage au degré de l'ébullition, qui devient ainſi, dans cette circonſtance, le terme différentiel de la voie humide & de la voie sèche,

M. Bergman avoit placé dans ſa table l'arſenic après le nickel, l'antimoine après le biſmuth, & la platine après l'argent ; mais les auteurs, tant de fois cités dans cet article, ont reconnu que l'arſenic n'étoit pas attaqué, que ſa chaux ne ſe diſſolvoit dans l'*acide formicin* que comme elle ſe diſſolvoit dans l'eau ; qu'il ne contractoit aucune union ni avec l'antimoine, ni avec ſa chaux ; & que la petite portion de précipité de platine que cet acide prenoit d'abord ſe dépoſoit bientôt, ſur-tout à l'aide de la chaleur, ſous la forme d'une pouſſière ferrugineuſe.

Cet acide ſe mêle parfaitement à l'eſprit-de-vin. (*Voyez* ALCOHOL FORMICIN & ETHER FORMICIN.) Il s'unit difficilement aux huiles graſſes & eſſentielles ; car l'acide qu'on retire de ces mélanges après la digeſtion, ou par la diſtillation, n'a pas changé de couleur, quoiqu'il ſoit imprégné de l'odeur de ces huiles, & qu'après l'évaporation il laiſſe des marques d'un réſidu ; il diſſout cependant complettement l'huile empyreumatique des fourmis.

A l'aide de la chaleur, il attaque la ſuie de cheminée, prend une couleur fauve & laiſſe tomber en refroidiſſant un ſédiment brun ; ſi on diſtille ce ſédiment, il paſſe une liqueur d'une couleur jaunâtre, d'une odeur déſagréable, accompagnée de vapeurs élaſtiques ; on n'obſerve rien de ſemblable, lorſqu'on fait bouillir cet acide avec la pouſſière de charbon.

ACIDE GALACTIQUE. C'eſt le nom que je donne à l'acide libre & développé que contient le petit lait ou la partie ſéreuſe du lait, & qu'il faut ſe garder de confondre avec l'acide particulier du ſucre de lait dont il ſera queſtion à l'article ACIDE SACCH-LACTIQUE.

Le petit lait & les parties ſenſibles dans leſquelles il ſe diviſe ſpontanément, devoient naturellement fixer la première attention des hommes les plus groſſiers, & Pline s'étonnoit, avec raiſon, que le fromage eût pu reſter inconnu pendant pluſieurs ſiècles à quelques nations barbares ; mais ces mêmes peuples en retiroient déja une liqueur acide agréable. Le petit lait eſt donc bien certainement l'une des premières ſubſtances employées comme aliment & comme remède. *Hyppocrate*, *Columelle*, *Dioſcoride*, *Pline*, en un mot tous les anciens parlent très-clairement de la ſéroſité du lait, de la manière de la ſéparer du lait par l'agitation, par la coction, par le mélange des rameaux de figuier, d'un peu de mou ou de vinaigre, & des propriétés de ce qu'ils appelloient *oxigala*, & qui étoit préparé par l'addition de quelque ſel, ou plus ſimplement par le mélange du lait aigri avec le lait récent.

Hoffman, *Boerhaave*, *Homberg* & *Geoffroy* ont publié quelques expériences entrepriſes pour faire connoître la nature du lait & de ſes parties conſtituantes ; mais l'analyſe des matières animales étoit de leur temps encore ſi imparfaite, qu'il n'y a que bien peu de choſe à recueillir de leurs travaux. Le dernier a traité à la cornue le réſidu de l'évaporation du petit lait, il en a retiré du flegme, un acide de couleur citrine, puis de l'huile épaiſſe ; il eſt reſté une matière charbonneuſe déliqueſcente à l'air, dont l'examen lui a prouvé que le petit lait contenoit un ſel neutre qu'il a cru reconnoître à ſa cryſtalliſation pour du ſel commun.

Deux très-habiles Chymiſtes, MM. Rouelle & Baumé ont tenté depuis la même analyſe ; ſuivant M. Rouelle le petit lait ne contient que du ſel eſſentiel fort approchant du [illegible] qu'on nomme *ſucre de lait*, du ſel de ſylvius, [illegible] de potaſſe, un peu de muqueux, [illegible] matière extractive, & une quantité preſque [illegible] d'alkali fixe.

Suivant M. Baumé, le petit lait [illegible] beaucoup de ſucre de lait, qui lui paroit [illegible]

procher davantage de la crème de tartre ou tartre raffiné, excepté qu'il n'est pas acide; ensuite des crystaux de sel commun, une portion de matière extractive & de l'alkali fixe qui s'obtient sans combustion.

Ainsi ces deux Chymistes ne sont guères d'accord que sur la présence du sucre de lait; on verra bientôt quel est celui qui a le mieux jugé la vraie nature de ces produits; mais en attendant, on peut leur reprocher, à l'un & à l'autre, d'avoir moins porté leur examen sur le petit lait en lui-même que sur le résidu de son évaporation; le célèbre Schéele a dirigé son travail dans des vues bien différentes; ses expériences ingénieuses me serviront à déterminer les caractères & les propriétés de l'*acide galactique*, lorsque j'aurai indiqué la manière de le préparer.

On expose, à une douce chaleur dans des vaisseaux ouverts, le lait dont on veut retirer l'acide; on y ajoute par pinte 12 à 15 grains de *presure* qu'on a délayée auparavant dans deux ou trois cuillerées d'eau. A mesure que le lait s'échauffe, il se caille; on verse le tout sur une étamine, qui sépare le caillé, & la liqueur qui passe est ce qu'on nomme sérosité ou petit lait. La présure qu'on emploie dans cette opération, est du lait caillé dans l'estomac des veaux qui n'ont pas encore mangé, qui est desseché & assaisonné d'un peu de sel commun pour le conserver.

Comme le petit lait retient encore beaucoup de parties caséeuses qui lui donnent un coup-d'œil blanchâtre, on le purifie en y jettant un blanc d'œuf que l'on a battu d'avance avec une portion de la liqueur, & en faisant bouillir le tout pendant quelques instans; le blanc d'œuf se coagule par la cuisson, il rassemble & enveloppe les petites parties caséeuses disséminées & suspendues dans la liqueur; on la filtre par le papier gris, & alors elle passe claire.

Il y a bien d'autres manières de cailler le lait pour en séparer la sérosité; tous les acides, le gallium, les fleurs d'artichauts nommées chardonnettes, & une infinité d'autres substances ont à cet égard la même vertu que la presure; mais on sent combien il est important de ne point l'altérer par des mélanges, lorsqu'on le destine à des expériences; c'est pour cela qu'il faut bien se garder d'employer ici la crème de tartre qui est indiquée par tous les pharmaciens pour la clarification plus exacte du petit lait. La petite portion de ce sel qui reste en dissolution dans la liqueur ne sauroit changer ses propriétés médicinales, elle seroit capable d'induire en erreur sur les propriétés chymiques; & sous ce point de vue, il seroit encore plus sûr de supprimer la presure & d'abandonner le lait à la décomposition spontanée de ses principes, aidée tout au plus d'une douce chaleur. Alors la partie grasse vient se placer à la surface, c'est ce qu'on nomme la crème, on l'enlève avec précaution; le reste de la liqueur prend, au bout de quelques jours, la consistance d'un caillé mou; on le divise en morceaux, on jette le tout sur un linge serré, & on recueille d'une part le fromage qui reste sur ce filtre, d'autre part toute la sérosité ou le petit lait qui tombe dans le vaisseau placé au-dessous.

Les médecins distinguent des propriétés différentes dans les laits des différens animaux; on a même observé qu'ils participoient de la nature de leurs alimens; mais considérés chymiquement, leurs principes essentiels sont constamment identiques; ce sont de véritables émulsions animales dans lesquelles le beurre, qui est une huile grasse, concrète, est mis dans l'état savonneux par l'intermède des principes muqueux & salin.

Le petit lait existe-t-il dans le lait tel qu'on le trouve après la séparation des autres parties constituantes? Ne manifeste-t-il des propriétés acides qu'à raison des sels qu'il tient en dissolution, comme le supposent toutes les analyses dont je viens de rendre compte? Voilà deux questions importantes à résoudre, avant de pouvoir prononcer rien de certain sur sa nature.

I. Si le petit lait existoit dans le lait tel qu'on le trouve après la séparation des parties butireuses & caséeuses, il suffiroit, pour reproduire le lait, de remêler ces trois principes dans les mêmes proportions; ou par une conséquence encore plus immédiate, ces proportions ne changeant point, le lait n'éprouveroit jamais de décomposition, parce que, quelque foible que soit l'union de ces principes, elle dépend néanmoins d'une certaine affinité, & ne peut dès-lors être rompue que par une affinité nouvelle; enfin parce que cette affinité nouvelle ne peut exister sans l'intervention d'un nouveau corps matériel qui la décide par son contact. La saine Chymie rejette, comme des hypothèses absurdes, toutes ces prétendues modifications d'un corps par lui-même, toutes ces réactions spontanées dans lesquelles ont veut que les parties composantes demeurant les mêmes exercent pourtant des affinités différentes.

Le petit lait est donc le produit d'une vraie fermentation, comme on l'avoit déja soupçonné après avoir remarqué que le lait s'aigrissoit moins promptement lorsqu'on l'avoit fait bouillir, ou lorsqu'on l'avoit détrempé dans une grande quantité d'eau. En effet, dans ces deux cas, en apparence si contraires, l'affinité de la substance décomposante est également empêchée, d'un côté par l'abstraction d'une portion de fluide nécessaire au mouvement, de l'autre, par l'excès de ce même fluide, qui occasionne une trop grande dispersion des parties, ce qui est très-conforme à la marche de toute fermentation.

L'espèce de fermentation est suffisamment caractérisée par la nature du produit qui est un acide. Ce n'est pas que le lait ne soit aussi susceptible de la fermentation spiritueuse; (*Voyez* ESPRIT ARDENT.) mais il est probable que dans le cas particulier le passage du premier degré au second est

trop

trop rapide pour être sensible, lorsqu'on ne s'oppose pas par un mouvement méchanique à la désunion trop facile de toutes les parties de la masse. Quoiqu'il en soit, on ne peut s'empêcher de reconnoitre ici une fermentation absolument semblable à celle qui convertit le vin en vinaigre; l'agent, la manière d'agir, les effets, tout est pareil : cet agent est l'air; il agit par l'affinité qu'il exerce sur celui des principes du lait qui doit entrer dans la composition de son acide; cette substance fixe l'air que nous avons vu être le principe acidifiant commun, & leur combinaison donne le petit lait ou *acide galactique*. Ainsi le petit lait n'existoit pas dans le lait.

II. Si le petit lait est le produit d'une fermentation analogue à la fermentation acéteuse, il semble que l'on pourroit déja en conclure que ses propriétés acides ne dépendent pas uniquement des sels qu'il tient en dissolution; mais je vais en fournir des preuves plus directes par le précis des belles expériences de M. Schéele.

Ce Chymiste ayant reconnu qu'il n'étoit pas possible d'obtenir l'acide par une simple distillation, parce qu'il ne supportoit pas le degré de chaleur nécessaire pour le faire monter, & qu'il ne donnoit à un moindre degré qu'une très-petite portion d'un vinaigre très-foible, eut recours à des moyens plus industrieux pour opérer cette séparation.

M. Schéele s'étoit assuré de la présence d'une terre animale dans le petit lait, par le précipité qu'y occasionne l'eau de chaux ou l'alkali volatil caustique; le petit lait évaporé à moitié, & filtré pour en séparer encore une portion de matière caséeuse, lui avoit donné un précipité de tartre par l'addition de l'acide tartareux; il en avoit conclu que le petit lait tenoit de l'alkali, ou plutôt un sel essentiel dont cet alkali faisoit partie, & cette observation s'étoit encore vérifiée, en ce que le petit lait réduit en charbon lui avoit fourni, par la lixiviation, de l'alkali mêlé d'un peu de muriate de potasse, au lieu de son sel qui s'étoit détruit par la combustion. Il savoit enfin qu'il contenoit du sucre de lait & un peu de mucilage; il s'agissoit de l'isoler de toutes ces substances, par des procédés incapables de l'altérer; le succès de son opération prouve jusqu'à quel point les ressources se multiplient entre les mains de l'homme de génie.

M. Schéele fit réduire d'abord le petit lait au huitième par l'évaporation, il le filtra, & il n'y resta plus de parties caséeuses.

Il satura la liqueur d'eau de chaux, & la terre animale fut précipitée.

Cette liqueur ayant été filtrée & délayée avec trois fois autant d'eau, il y versa goutte à goutte de l'acide saccharin, pour reprendre & précipiter tout le calce; il s'assura, par l'addition d'un peu d'eau de chaux, qu'il n'y restoit point d'acide saccharin.

Il évapora alors la liqueur jusqu'en consistance de miel, l'acide épaissi fut redissous dans l'esprit-de-vin très-rectifié.

Le sucre de lait & toutes les autres substances étrangères à l'acide qui n'avoient pas été dissoutes par l'esprit-de-vin restèrent sur le filtre.

Enfin après avoir redonné un peu d'eau à l'acide tenu en dissolution par l'esprit-de-vin, il fit passer ce dernier à la distillation, & il trouva dans la cornue l'*acide galactique* très-pur.

Je donnerai, d'après le même auteur, les propriétés particulières de cet acide ainsi purifié.

Il ne donne point de crystaux, lors même que l'on le réduit en consistance d'extrait, & si on le pousse à siccité, il reprend l'humidité de l'air.

Lorsqu'on le traite à la distillation, il s'élève d'abord du flegme, ensuite un acide foible qui ressemble à l'esprit de tartre, après cela de l'huile empyreumatique, & une nouvelle portion du même esprit, du gas méphitique & de l'air inflammable. Il reste enfin dans la cornue un peu de matière charbonneuse.

Il donne des indices de la présence d'un peu d'acide vitriolique; car lorsqu'on le fait digérer sur le plomb, il se forme dans la dissolution un léger sédiment blanc, qui est du vitriol de plomb.

Cet acide s'unit aux terres, aux alkalis & aux métaux; la plupart des sels qui en résultent sont déliquescens ou même incrystallisables, & néanmoins solubles dans l'esprit-de-vin. *Voyez* GALACTE DE POTASSE, GALACTE CALCAIRE, GALACTE DE ZINC, &c.

L'or, l'argent, le mercure, l'étain, l'antimoine, le bismuth & le cobalt résistent à cet acide, même à la chaleur de l'ébullition; cependant lorsqu'on l'a tenu en digestion sur l'étain, il précipite en noir la dissolution d'or dans l'acide régalin.

Les affinités de cet acide n'ont pas encore été déterminées; on a vu seulement qu'il cédoit la chaux à l'acide saccharin, & M. Schéele a observé qu'il degageoit l'acide de l'acète de potasse.

Il résulte de toutes ces expériences & observations, que le petit lait est par lui-même, & indépendamment des sels qu'il contient, un acide d'une nature particulière. M. Schéele paroit porté à croire que s'il ne donne pas un vinaigre parfait, c'est uniquement parce qu'il manque de la matière qui produit l'esprit dans la fermentation, il ne doute pas même qu'une partie n'atteigne ce degré, & ne passe à l'état de vinaigre; il appuie cette opinion sur deux faits qui méritent certainement la plus grande attention; l'*un*, qu'une bouteille remplie de lait, renversée de manière à plonger dans la même liqueur, & exposée à une chaleur un peu plus forte que les chaleurs d'été, fournit un gas méphitique, qui au bout de deux ou trois jours, se trouve avoir déplacé tout le lait en forme de caillé; ce qui prouve que le lait peut subir une fermentation complette, quoiqu'il ne paroisse aucune trace d'esprit-de-vin.

L'*autre*, que si on ajoute six cullerées de bon

esprit-de-vin dans environ trois pintes de lait, que l'on expose à la chaleur ce mêlange bien bouché, avec l'attention de donner de temps en temps issue au gas de la fermentation, le lait se trouve, au bout d'un mois, converti en très-bon vinaigre, que l'on peut passer à travers un linge, & conserver dans des bouteilles.

Ces deux faits servent très-bien à prouver que l'*acide galactique* est le produit d'une fermentation du second degré, & même que si le lait étoit plus riche en esprit, le produit de sa fermentation au premier degré seroit plus sensible; mais il me semble qu'ils ne décident pas l'identité absolue de l'*acide galactique* & du vinaigre; il faudroit pour cela que le premier pût être ramené exactement à l'état du second, parce qu'on ne doit reconnoitre pour corps semblables que ceux qui ont toutes leurs propriétés semblables. Or M. Schéele nous apprend lui-même que l'*acide galactique* ne crystallise pas avec la chaux ni avec la soude, qu'il crystallise avec la magnésie, qu'il laisse aller l'alkali volatil à la distillation, qu'il enlève enfin la potasse au vinaigre: toutes ces circonstances annoncent un acide différent du vinaigre; la dernière sur-tout le démontre, & il y a lieu de croire que quand les affinités & les combinaisons de l'*acide galactique* seront aussi connues que celles du vinaigre, on aura bien d'autres faits pour établir les caractères différentiels.

Acide galactique. (*Pharm.*) Cet acide n'a pas encore été employé pur en médecine; mais il l'est depuis un temps immémorial combiné avec le sérosité du lait & un principe salin mucilagineux dans une liqueur nommée *petit lait*. *Voyez* Petit lait.

Acide Gallique, ou de la noix de galle. L'opinion où l'on a été si longtemps qu'il ne devoit y avoir qu'un seul acide dans la nature, avoit tellement aveuglé les Chymistes, qu'ils n'osoient rapporter à cette classe les substances dont les caractères acides étoient les plus manifestes, & plutôt que de déranger leur systême ils se contentoient de leur assigner une division particulière, déterminée par quelque titre faux ou du moins insignifiant. Voilà pourquoi l'*acide gallique*, n'a été connu jusqu'à ce jour, que sous les noms de *principe astringent* & *infusion de noix de galle*; cependant, comme le remarque très-bien M. Schéele, les plantes que l'on appelle astringentes, donnent toujours des signes non équivoques d'un acide libre, & la suite de cette article ne laissera aucun doute sur l'existence d'un acide particulier dans tous les végétaux de cette classe.

Tous les végétaux qui ont quelque vertu astringente contiennent l'*acide galique*; leur nombre est très-considérable, on distingue en particulier le *chêne*, le *saule*, l'*iris des marais*, le *fraisier*, le *nymphea*, le *quinquina*, l'écorce & la fleur de *grenade*, &c. &c. Mais il existe le plus abondamment dans cette substance que l'on nomme improprement *noix de galle*.

La noix de galle n'est point un fruit, c'est une excroissance contre nature, formée par le suc extravasé à la suite de la piquure d'un insecte; les galles se trouvent sur des chênes, mais non sur toutes les espèces, de chênes; on les recueille principalement sur celui qui est appellé *robre* ou *rouvre*, qui croit dans le levant, la pannonie, l'istrie, la provence & la gascogne; ses feuilles, son gland, son écorce, sont très-astringents. On a remarqué que le même arbre ne fournissoit pas de noix de galle dans les Isles Britanniques, & cela n'est pas étonnant puisqu'on n'y voit pas l'insecte qui leur donne naissance.

On distingue dans le commerce les noix de galle d'*alep* ou du Levant, & celles *du pays*, les premières sont plus compactes, plus pesantes & meilleurs pour tous les usages.

La noix de galle a été connue des anciens puisqu'au rapport de Pline, ils l'employoient dans les teintures, pour la préparation des cuirs, & même en médecine; mais ils étoient bien peu avancés dans la connoissance, non-seulement de ses propriétés chymiques, mais de son origine, puisque Pline dit précisément (Liv. 16.) que tous les arbres qui portent du gland, portent aussi des noix de galle & par années alternatives.

Ce n'est que depuis quelques années que les Chymistes ont donné quelque attention à cette substance; MM. Macquer & Monnet se sont attachés à examiner sa manière d'agir dans la préparation de l'encre; M. Cartheuser a observé les précipités métalliques qu'elle occasionnoit dans les dissolutions des métaux, & le travail le plus complet qui ait été fait sur cette matière est dû à MM. les commissaires de l'académie de Dijon, qui ont essayé les combinaisons de ce principe actif avec les acides, les alkalis, les terres & les métaux. Je ne puis m'empêcher de relever à ce sujet la critique injuste de M. Monnet, qui leur reproche, dans son *nouveau systême minéralogique imprimé en 1779*, de n'avoir pas connu l'action directe de la noix de galle sur le fer, tandis qu'ils en avoient donné l'observation détaillée dans le troisième volume de leurs élémens publié en 1777, d'après leurs propres expériences, & avant que la traduction de l'ouvrage de M. de Laval, où il en est également fait mention, eût paru en France.

Pour obtenir l'*acide gallique*, il suffit de pulvériser la noix de galle, & de la faire digérer dans l'eau, même à froid. Une once de noix de galle a donné, par ce procédé une liqueur assez chargée, & qui après une évaporation lente a laissé trois gros & demi de résidu très-styptique, non déliquescent, qui s'est redissous presqu'entièremeet dans l'eau. La dissolution a présenté, à sa surface, une pellicule irisée.

On peut de même extraire cet acide par distil-

lation ; mais il faut avoir l'attention de ne donner qu'un feu très-doux, & d'arrêter la distillation, ou du moins de changer le ballon, avant que l'huile jaune commence à monter; on recueille alors tout-à-la fois le phlegme & l'acide qui est aussi volatil que lui. C'est là meilleure manière, pour avoir cet acide dans un plus grand degré de concentration, & cependant aussi peu chargé de matière extractive qu'il est possible.

L'*acide gallique* préparé par l'un ou l'autre de ces procédés, a au surplus les mêmes propriétés ; il est clair & limpide lorsqu'il est récent, mais il se colore bientôt, passe rapidement au jaune, au rouge brun, contracte de la moisissure, dépose des filamens muqueux, se décompose enfin à-peu-près comme l'acide citronien. C'est-là ce qui a engagé les Chymistes à substituer l'esprit-de-vin, ou même l'eau-de-vie à l'eau, lorsqu'ils veulent le conserver sans altération, & cette méthode est certainement préférable toutes les fois que l'on ne veut l'employer que dans des occasions où on est assuré d'avance que la présence de l'esprit ardent ne pourra changer les résultats. (*Voyez* ALCOHOL GALLIQUE & REACTIF.) Mais lorsqu'il est question d'examiner les propriétés mêmes d'un acide, il faut le prendre le plus simple qu'il est possible, & non dans l'état d'acide dulcifié. On parviendroit sans doute à rendre l'*acide gallique* moins sujet à s'altérer, en le concentrant par la gelée comme l'acide citronien ; & comme il soutient beaucoup mieux que ce dernier l'action du feu, puisque tous les produits huileux de la distillation de la noix de galle précipitent encore le fer, on pourroit également essayer de le concentrer par des rectifications.

L'*acide gallique* se reconnoit à une saveur très-astringente qui lui est particulière, & parce qu'il précipite le fer en noir; propriétés qui appartiennent également à tous les végétaux qui contiennent ce que l'on a nommé, pour cette raison, *principe astringent*.

Les caractères acides de ce principe ne sont pas équivoques ; il ne paroit pas changer le syrop violat ; mais il donne une nuance vineuse à l'infusion de tournesol, & rougit sur le champ le papier bleu ; il décompose les émulsions végétales & animales exactement comme les acides, il décompose les hépars ou foies de souffre terreux & alkalins par l'action qu'il exerce sur leurs bases ; il précipite plusieurs métaux de leurs dissolutions ; il s'unit avec quelques-uns même, par la voie directe. Les résultats de ces combinaisons, & les phénomènes qu'elles présentent seront décrits à l'article GALLITE, c'est-à-dire sel composé de l'*acide gallique*. *Voyez* ce mot, & les dénominations qui en sont formées par l'expression des différentes bases.

L'*acide gallique* est, comme tous les autres, composé de l'air, principe acidifiant commun & d'une substance phlogistique, ou plutôt huileuse, qui lui sert de base, & qui produit ses caractères particuliers. On y démontre la présence de l'air, en faisant détonner dans un creuset rougi un mélange de noix de galle, ou encore mieux du résidu sec de l'*acide gallique*, avec le double de nitre pulvérisé. L'alkali qui reste après l'opération fait effervescence avec les acides ; il contient donc du gas acide méphitique, & ce gas vient nécessairement de l'air acidifiant converti comme dans les expériences de M. Landriani. *Voyez* ACIDE.

La partie de l'*acide gallique*, qui le met à l'état de sel essentiel fluide, est peu adhérente : on le juge non seulement par sa décomposition spontanée, comme celle de l'acide citronien ; mais encore en le traitant à la distillation mêlé avec partie égale d'acide nitreux pur, celui-ci enlève son phlogistique, il s'élève beaucoup de vapeurs rouges, & si on arrête la distillation aussitôt qu'elles ont cessé, on trouve que ni la liqueur de la cornue, ni celle du récipient n'ont la propriété de précipiter le fer en noir, lors même que l'on a la précaution de reprendre par de l'alkali l'acide nitreux qui s'opposeroit naturellement à cette précipitation. L'*acide gallique* a donc été absolument détruit, puisqu'il n'existoit plus ni dans l'une ni dans l'autre de ces liqueurs. Il faut observer cependant qu'elles étoient fort différentes ; celle du récipient paroissoit n'être que de l'acide nitreux pur délayé dans le flegme de l'*acide gallique* ; elle n'étoit point troublée par l'alkali & ne troubloit pas la dissolution de nitre mercuriel. La liqueur restée dans la cornue avoit une légère couleur ambrée ; elle occasionna un précipité blanc très-abondant dans la dissolution de nitre mercuriel ; l'eau de chaux n'y produisit d'abord aucun changement ; mais quand l'acide en fut saturé, le mélange se troubla, & il s'y forma un dépôt considérable : l'alkali en sépara de même une matière blanche en forme de caillé, qui prit une nuance jaunâtre ; & ce qu'il y a de remarquable, cette liqueur saturée d'alkali précipita constamment en blanc la dissolution acéteuse martiale. Comme on pouvoit soupçonner que ce précipité venoit d'un excès d'alkali, je rendis le mélange acide par l'addition de vinaigre distillé, qui n'empêche pas l'action de l'*acide gallique* sur le fer, & l'effet fut le même, c'est-à-dire qu'il y eut un précipité blanc.

Il restoit à determiner la nature de cette substance qui avoit été retenue par l'acide nitreux, & qui entroit certainement dans la composition de l'*acide gallique* ; j'ai repris pour cela le précipité occasionné par l'alkali dans la liqueur de la cornue, après l'avoir séparé par la filtration & bien édulcoré avec de l'eau chaude, il étoit d'un blanc tirant légérement au verd ; j'en ai fait bouillir dans l'eau, & elle n'en a rien dissous ; je l'ai fait digérer dans l'esprit-de-vin, la liqueur ne s'est presque pas colorée ; mais l'eau ajoutée l'a rendue laiteuse. Ainsi cette substance est une vraie résine qui ne s'étoit d'abord dissoute dans l'eau que par l'intermède de l'autre partie composante de l'*acide gallique*, détruite par l'action de l'acide nitreux.

Pour assurer cette conclusion, j'ai continué la

distillation d'une autre portion de la liqueur restée dans la cornue après la première opération, & j'ai poussé jusqu'à siccité, en ménageant toujours le feu, l'arrêtant même de temps en temps pour observer s'il ne se formeroit pas un sel essentiel par le réfroidissement, & je n'ai apperçu aucun signe de crystallisation; les vapeurs rouges ont recommencé sur la fin, comme je m'y attendois; la liqueur du récipient étoit encore de l'acide nitreux pur, & il resta dans la cornue une matière qui étoit légèrement charbonnée vers le bas, qui dans la partie supérieure étoit boursouflée & jaunâtre.

Il me paroît donc bien prouvé que l'*acide gallique* est composé d'une résine qui sert de base au principe acidifiant, & qui lui est unie sans doute par l'intermède d'un peu de muqueux dont le phlogistique donne prise à l'acide nitreux, aidé de la chaleur de la distillation.

L'*acide gallique*, lorsqu'il est simplement mêlé aux acides, même à l'acide nitreux, conserve ses propriétés dans ce mélange, & les manifeste dans l'ordre de ses affinités.

Quelque foible que soit son action dissolvante, elle est cependant capable de disputer les métaux aux acides les plus puissans.

Comme avant les expériences des académiciens de Dijon, on ne fouçonnoit pas qu'il dût figurer parmi les acides, on ne s'est guères occupé de déterminer ses affinités. Puisqu'il révivifie l'or en le précipitant, il est possible que le phlogistique qu'il lui porte contribue à le séparer de son dissolvant. M. Cartheuser a observé que les précipités dans les dissolutions métalliques étoient d'autant plus considérables, qu'elles étoient plus délayées ou affoiblies avec de l'eau.

M. Bergman a observé que l'alkohol gallique versé dans de l'eau qui tenoit en dissolution du calce, par l'intermède de l'acide méphitique, y occasionnoit un précipité blanc tirant au jaune & qui passoit ensuite au verdâtre. (*Opusc. tom. I. pag. 184.*) Cette observation indique une vraie décomposition par affinité supérieure.

L'*acide gallique* est d'un grand usage dans les *teintures*, & pour la préparation de l'*encre*. *Voyez* ces mots.

Acide karabique. C'est ainsi que je crois devoir nommer l'acide concrèt, que l'on retire d'une substance appellée par les minéralogistes *ambre jaune*, *karabé*, *succin*; quoique cet acide soit déja connu des Chymistes sous le nom de *sel volatil de succin*, parce que cette expression est tout à la fois plus juste & plus commode pour en former des dénominations de genre & de composés, suivant les règles de la nomenclature sistématique. *Voyez* Dénomination.

Le succin étoit très-estimé des anciens; il n'y a pas même de substance sur laquelle l'imagination des poëtes se soit autant exercée pour illustrer son origine. Sophocle avoit dit qu'il étoit formé dans l'Inde par les larmes des sœurs de Méléagre changées en oiseaux, & pleurant leur frère. Ovide le fit naître des larmes des sœurs de Phaëton changées en peupliers. Pline n'a pas dédaigné de rapporter toutes ces fables, & de les mêler à des traditions qui, pour être moins merveilleuses, ne lui paroissoient pas à la vérité plus dignes de foi. Ce naturaliste regardoit comme très-certain, qu'il couloit d'un arbre de l'espèce des pins, comme la gomme des cérisiers; qu'il se durcissoit pendant l'automne, & qu'après avoir été emporté par les eaux de l'océan dans lequel il tomboit, il étoit ensuite repoussé sur le rivage. On le recherchoit pour l'ornement; à-peu-près comme les pierres précieuses. Callistrate lui attribue de grandes vertus en médecine; on le prenoit en poudre, ou broyé avec du miel, ou en boisson avec le mastic; mais on n'avoit aucune connoissance de ses principes, ni même de ses vraies propriétés, excepté celle d'attirer les corps légers lorsqu'il étoit frotté.

Suivant Pline, le nom de succin lui fut donné, parce que c'étoit réellement un suc végétal. Tacite dit que les Germains l'appellèrent *glessus*. Ce sont les Arabes qui l'ont fait connoitre sous le nom de *karabé*.

On s'est borné long-temps à former des compositions avec le karabé pour la médecine, & pour les arts, sans examiner quels étoient ses principes; mais il paroit qu'avant Hoffman on en avoit tenté l'analyse par la distillation, puisque ce médecin parle de son huile & de son sel volatil acide comme déja connus; Neuman, Bourdelin & Neuforn l'ont soumis depuis à diverses expériences, pour déterminer la nature de ses parties constituantes; mais la dissertation du célèbre Pott est encore ce que nous avons de mieux sur ce sujet.

Pour obtenir l'*acide karabique*, il faut décomposer le karabé, & il suffit pour cela de le distiller.

On prend du karabé, ou ambre jaune, que l'on casse en petits morceaux; on en remplit à moitié une cornue; on met dessus un pouce d'épaisseur de sable pur bien séché; on lutte le récipient avec de la colle de farine, & on distille au feu de sable, en conduisant le feu avec attention, pour ne pas brûler le karabé, & pour arrêter l'huile qui a un feu plus fort, dissoudroit la plus grande partie du sel. On ne doit pas même augmenter beaucoup le feu sur la fin, parce que l'huile noire épaisse couvriroit le sel & en reprendroit encore une partie.

Dans cette opération, il passe d'abord du flegme insipide, ensuite du flegme tenant en dissolution une petite portion de sel acide, du sel acide concrèt qui s'attache au col de la cornue, enfin une huile brune & épaisse, qui a une odeur acide.

Le flegme emporte avec lui un peu d'esprit recteur, que l'esprit-de-vin peut lui enlever. Suivant M. Roux, cet esprit recteur n'est pas le même que celui que le succin entier donne à l'esprit-de-vin, puisqu'il n'a pas la même odeur, & que si on le rectifie, il devient fétide. En distillant l'esprit-de-

vin sur le flegme, l'huile qu'il contient monte avec l'esprit, mais elle s'en sépare sur le champ, & tombe au fond du récipient.

Le sel concrèt retient toujours une portion d'huile à la première distillation ; on le purifie en le sublimant de nouveau après l'avoir encore mêlé avec du sable, & il est alors un peu moins jaune, en longues aiguilles disposées en forme de rayons.

Tel est le procédé indiqué par M. Scheffer dans ses leçons de Chymie. M. Bergman, dans ses notes sur cet ouvrage assure que la meilleure manière de purifier ce sel est de le mêler avec de l'argille blanche, exempte de toute matière calcaire & bien séchée.

Les Chymistes Suédois ne sont pas les premiers qui aient imaginé d'ajouter d'autres matières dans la distillation du karabé pour absorber l'huile : Hoffman recommande précisément de mêler le karabé avec partie égale de sable ; d'autres ont employé, dans les mêmes vues, le résidu de la distillation de l'esprit de sel, du sel commun, de la corne de cerf brûlée, de la cendre lessivée, de la potasse, des os calcinés, de la brique pilée, ou de l'argille cuite & réduite en poudre. Pott fait très-bien sentir l'inconvénient de la plupart de ces additions, qui peuvent en effet retenir ou même décomposer le sel ; il ajoute : » Que la meilleure dépuration, où on » perd le moins est celle qui se fait quand on le » dissout dans l'eau chaude, qu'on met d'abord dans » le filtre un peu de coton qui a été légèrement » humecté avec l'huile de succin, & qu'ensuite on » s'en sert pour filtrer la solution, parce qu'alors » la plupart des parties huileuses s'attachent au co- » ton, & que la solution passe plus pure à travers » le filtre, & qu'il n'y a plus qu'à faire évaporer » la liqueur à un feu très-doux pour obtenir le sel » en crystaux «.

Le même Chymiste dit encore avoir observé, qu'en distillant ce sel acide concrèt avec l'acide muriatique, il se sublimoit d'un beau blanc & pur, parce que la partie huileuse avoit été détruite par l'acide muriatique. C'est d'après cette observation que M. Spielman croit devoir enseigner cette méthode de rectifier le sel volatil de karabé. Mais quoique Pott assure qu'après cette opération il ne précipita pas la dissolution de plomb, il seroit bien difficile que ce sel, s'élevant en même-temps que l'acide muriatique passe à la distillation, n'en reste pas plus ou moins imprégné.

Les lixiviations réitérées à la manière de Pott, sont donc réellement ce qu'il y a de plus avantageux, puisqu'elles n'exigent d'autres précautions que d'évaporer les dissolutions à *un feu très-doux*, & que la négligence même de cette précaution n'occasionne que la perte d'un peu de sel. Au reste, je ne vois aucun inconvénient à ajouter du sable dans la distillation du karabé, lorsqu'on a principalement en vue de recueillir son sel acide, quoique les auteurs françois les plus récens paroissent avoir abandonné absolument ce procédé ; & comme l'argille, sur-tout lorsqu'elle n'est que sèche & non cuite, paroît avoir tout à la fois beaucoup de disposition à s'unir aux matières grasses, & très-peu d'affinité avec notre sel, elle réunit toutes les conditions nécessaires pour sa plus parfaite rectification.

Le produit de ces opérations varie beaucoup : Pott assure avoir obtenu en poids de sel bien crystallisé & égoutté sur le papier gris la trentième partie du karabé qu'il avoit employé ; mais les Chymistes sont d'accord que cela ne va le plus communément qu'au soixantième.

Ce sel est préparé en grand à Konigsberg en Prusse, avec les rognures des morceaux de karabé ou ambre jaune que l'on y travaille ; on les distille sans addition à feu nud ; on change seulement le récipient sur la fin, pour n'avoir pas tant à séparer ; le sel, qui est malgré cela encore très-chargé d'huile, est mis à égoutter sur du papier gris, qui en absorbe à la fin la plus grande partie, & laisse le sel assez sec ; on exprime ensuite l'huile de ces papiers pour la redistiller.

Comme le sel de karabé est fort cher, il est souvent sophistiqué, on emploie pour cela du sucre, du tartre raffiné, de l'ammoniac de corne de cerf, du vitriol ammoniacal, & quelquefois un mélange de tartre de potasse ou sel végétal dissous dans l'esprit de karabé, & évaporé pour en obtenir confusément les crystaux.

Ce n'est pas ici le lieu de rapporter toutes les observations des naturalistes sur l'origine du karabé ; les lieux où il se trouve, & les matières qui l'environnent ; cependant je ne donnerois qu'une connoissance imparfaite des produits chymiques de cette substance, si je n'examinois à quel régne elle appartient réellement, & sur-tout qu'elle est la nature de son acide ; je m'occuperai donc de ces deux questions avant que d'indiquer les caractères de cet acide, son action & ses affinités.

I. *A quel regne appartient le karabé ?* Pour décider cette question, il faut d'abord savoir où & comment il se trouve. Or tous les naturalistes sont d'accord qu'il se trouve en plusieurs endroits de la terre, & sur-tout dans la mer Baltique, jusqu'à la profondeur de 30 à 40 toises, & sur les rives de cette mer qui appartiennent à la Prusse ducale. Aux endroits où on le rencontre, on voit d'abord à la surface de la terre une couche de sable, il vient ensuite une couche de glaise qui couvre une couche de bois résineux, presque entierement pourri & réduit en terre, mais qui a encore la propriété de s'enflammer. Au-dessous de ce bois se trouve une couche de terre alumineuse & vitriolique ; enfin on rencontre une nouvelle couche de sable où le karabé est répandu par masses détachées & en morceaux plus ou moins gros. M. Hellwing qui a eu occasion d'observer par lui-même sa situation dans le sein de la terre, remarque dans son ouvrage intitulé : *Lithographia Anger-Brugica*, que l'on trouve toujours du bois bitumineux, de la

terre bitumineuse noire, & du gravier dans le voisinage du karabé, & que l'on y rencontre aussi du vitriol & du soufre ; d'où il conclud que c'est un bois fossile & bitumineux, qui est la source du karabé tiré du sein de la terre. Il est bien certain que le karabé que l'on trouve dans la mer, n'a pas une origine différente : il y est entraîné par les eaux, qui poussées par les vents, ont miné le terrein des côtes ; & ce qui le prouve, c'est que le karabé ne se trouve en abondance dans la mer, qu'à la suite des tempêtes qui ont porté les flots avec violence contre les couches de terre qui recéloient cette substance.

Le karabé se trouve aussi sur les bords de la mer, près de Birkioe en Suède, en Sibérie, & dans des montagnes de Provence ; M. Georgi indique encore dans ses notes sur la minéralogie de Brunnich, les côtes de la mer glaciale, Kamenskoi & Jenisey.

L'observation la plus détaillée à ce sujet, est celle qui a été publiée par extrait à la suite de la traduction françoise de la pyritologie d'Henckel, & qui est tirée du recueil des curieux de la nature : elle nous apprend qu'en 1731 on découvrit une mine de karabé en Saxe, dans le voisinage de Pretsch ; le terrein où l'on fit cette découverte étoit assez uni, quoiqu'il s'y rencontrât quelques inégalités, il étoit composé d'un sable rougeâtre, mêlé de cailloux & de galets. Le sable avoit environ deux toises d'épaisseur, & couvroit une couche de terre noire qui étoit elle-même composée de deux bancs ; le premier étoit un limon mêlé de sable & de parties talqueuses, il avoit un goût de vitriol, il donnoit sur le feu une fumée épaisse & une odeur de bitume ; le second banc étoit une glaise grise, dans laquelle on appercevoit des morceaux de bois & des racines ; elle étoit aussi vitriolique, mais moins que le banc précédent. Le karabé se trouvoit à la partie supérieure du banc noir qui renfermoit aussi une substance semblable à du jayet, & différentes espèces de bois bitumineux.

J'ajouterai à ces descriptions une observation encore plus décisive, & qui m'a été certifiée par un minéralogiste Allemand très-instruit, c'est que l'on a vu dans le cabinet de M. Veltheim, conseiller des mines de Prusse, un morceau de karabé dans une hématite qui venoit de Silésie.

Il est donc démontré par tous les faits, que le karabé se trouve dans le regne minéral ; cela ne suffit pas sans doute pour décider sa classe, s'il n'est reçu dans l'intérieur de la terre, que comme un fruit qui est tombé de l'arbre, & qui a été recouvert par le sable ; que le karabé vienne originairement d'un végétal, c'est ce dont il n'est pas possible non plus de douter, lorsqu'on voit dans les cabinets des amateurs ces morceaux qui renferment des mouches, des araignées & autres insectes, lorsqu'on remarque que toutes leurs parties s'y trouvent développées, presque comme dans l'animal vivant ; & qu'ainsi ils n'ont pu être surpris que par une substance actuellement fluide, comme il arrive tous les jours aux insectes qui s'attachent aux arbres, d'où il découle des gommes ou des résines. Mais l'origine végétale ne décide encore rien ; autrement tous les bitumes devroient aussi par la même raison être retranchés du systême minéral ; le corps végétal a-t-il reçu dans la terre quelque altération ? est-il minéralisé ? Voilà le seul point à considérer ; & j'avoue que les observations ne sont pas suffisantes pour lever ici tous les doutes.

D'un côté, il paroît difficile de concevoir que le karabé ait éprouvé une sorte de minéralisation, sans avoir été ni ramolli, ni même comminué, au point que les insectes qui y ont été pris pendant l'exudation végétale, aient été aussi bien conservés. Quel seroit donc le principe minéralisant qui en pénétrant la masse sans la déformer, auroit encore respecté ces parties animales ?

D'autre part, il n'est pas plus aisé d'imaginer que le karabé ait pu rester si long-temps dans le sein de la terre, environné de matières pyriteuses & alumineuses, sans être altéré par ces substances sur lesquelles l'eau, l'air, les gas & les émanations phlogistiques travaillent sans cesse, & qui dans leurs différens passages travaillent à leur tour sur tout ce qui les touche, avec une force que la durée rend presque infinie comme elle. Quelle seroit donc la nature de cette résine qui résisteroit si long-temps à de tels agens, qui se maintiendroit si constamment au milieu d'eux avec sa forme & même sa couleur primitives ?

Telles sont les raisons qui peuvent appuyer les deux sentimens opposés, mais dans la nécessité de choisir, je n'hésite pas de dire que le karabé appartient au regne minéral : cette conclusion est fondée, 1°. sur ce que les produits de son analyse le rapprochent très-certainement de tous les bitumes ; 2°. sur ce qu'on n'a pu trouver encore aucune gomme, aucune résine, aucun baume qui présentât les mêmes caractères : c'est-là probablement ce qui a aussi déterminé les plus célèbres minéralogistes, & en dernier lieu M. Bergman, dans sa sciagraphie, à placer le karabé parmi les minéraux, du moins jusqu'à ce que l'on eût acquis de nouvelles lumières. Pour expliquer l'état des insectes enfermés dans le karabé, je ne serois pas éloigné d'admettre avec Frédéric Hoffman l'exudation de cette matière, sous forme fluide, postérieurement à l'époque où les bois enfouis auroient commencé de passer à l'état de bitume ; alors la nature particulière de l'arbre qui l'auroit originairement produit, suffiroit pour rendre raison des caractères qui distinguent le karabé des autres bitumes, soit que l'espèce de ces arbres n'existe plus, soit que l'altération minérale ne nous permette plus de la reconnoître par la ressemblance de ses produits. En un mot, ces exudations n'ayant pu se faire que dans des cavités souterraines, il ne seroit pas étonnant que des insectes, qui sont si unis

verfellement répandus, qui peuplent tous les efpaces où l'air peut pénétrer, euffent été quelque fois furpris & enveloppés dans ce fluide. L'obfervation que j'ai donnée dans mes digreffions académiques d'un guhr bitumineux, que j'avois moi-même recueilli en état de pâte d'un gris blanc, & très-molle dans des mines de charbon, & qui eft devenue dans mon cabinet un bitume fec d'un noir jaunâtre *demi-tranfparent*, me paroît très-propre à confirmer ces probabilités.

II. *Quelle eft la nature de l'acide karabique?* Les opinions que l'on en a prifes en différens temps, n'ont pas été exemptes de l'influence du fyftême d'un acide univerfel. Hoffman a cru que ce n'étoit qu'une huile condenfée en maffe réfineufe par l'acide vitriolique. Bourdelin a publié dans le recueil de l'Académie de 1742, plufieurs expériences, d'après lefquelles on a tenu affez long-temps pour démontré que c'étoit l'acide muriatique; cette conclufion étoit fondee fur ce que le karabé fe trouvoit près de la mer, fur ce qu'après avoir été complettement privé de fon huile, par fa détonation avec le nitre, il formoit avec fa bafe un fel, dont la criftallifation étoit prefque cubique, qui décrépitoit fur les charbons qui donnoit des vapeurs grifes par l'addition de l'acide vitriolique concentré, & qui précipitoit en blanc l'argent & le mercure de leur diffolution nitreufe. C'en étoit affez fans doute pour en impofer au temps de cet auteur, mais il n'eft perfonne aujourd'hui qui ne juge ces preuves infuffifantes pour établir une identité parfaite; fi au lieu de s'en tenir à des apparences trompeufes, à de fimples expériences par les réactifs, encore mal ordonnées, Bourdelin fe fut appliqué à purifier d'abord fes matières de tout mélange accidentel, & à en déterminer enfuite la nature par les vrais procédés; il auroit bientôt reconnu que cet acide, même uni à la potaffe pendant la détonation du nitre, ne formoit point d'eau régale avec l'acide nitreux, que cet acide ne décompofoit pas le nitre d'argent par lui-même, mais feulement lorfqu'il étoit porté dans fa diffolution en l'état de fel neutre, & à raifon d'une double affinité; qu'il précipitoit feul le plomb de l'acide acéteux, mais que le précipité n'étoit pas du muriate de plomb; il eût découvert bien d'autres différences auffi décifives, s'il eût examiné avec un peu de foin les fels réfultans de l'union de cet acide avec les principales bafes.

Suivant M. Bergman dans fes notes fur la Chymie de Scheffer, M. Schéele a obfervé que la liqueur qui s'élevoit pendant la diftillation du karabé, fe comportoit abfolument comme le vinaigre, ce qui le porte à penfer, que fon origine eft végétale. La méthode exacte de ce célèbre Chymifte, ne permet pas de foupçonner, qu'il ait annoncé cette reffemblance, avant que de s'en être bien affuré, par toutes les épreuves convenables; je n'ai nulle connoiffance de ce qu'il a pû écrire à ce fujet; mais fi le fait eft prouvé, il faut que la liqueur qui paffe dans la diftillation du karabé, ne foit plus fimplement, comme on l'a cru, un flègme chargé d'une portion de fon fel acide concrét, il faut ou que le Karabé fourniffe deux acides différentes, ou fon acide puiffe être réduit par décompofition à un état qui produife cette identité avec le vinaigre, car il n'y a peut-être pas deux acides plus différens entre eux, que l'acide acéteux, & celui dont il a été jufqu'àpréfent queftion dans cet article; le premier fe détruit au feu plutôt que de prendre la forme sèche, & le fecond eft naturellement concrét; le premier ne fupporte pas même le feu de diftillation, quand il eft fixé par un alkali, le fecond réfifte à l'action du nitre, il ne lui céde que la portion de phlogiftique qui ne lui eft pas effentielle, & neutralife fa bafe au feu de détonnation; remarquons en paffant que cette fixité feroit bien étonnante dans un végétal, qui n'auroit pas fubi l'altération minérale; Enfin, M. Bergman affure lui-même, que l'acide du karabé, précipite la diffolution acéteufe de plomb; or, il eft impoffible qu'une diffolution foit décompofée par fon propre acide, & ce feroit méconnoître les principes du favant profeffeur d'Upfal, que de lui prêter une femblable opinion. Il faut donc tenir pour conftant, que le fel concrét volatil du karabé, tel que nous le connoiffons & avant qu'il foit réduit à un état plus fimple, fuppofé que cela foit poffible, eft un acide propre de fon genre; cette conclufion fera confirmée par l'examen de fes combinaifons, & elle ne peut plus étonner ceux qui auront adopté les principes que j'ai établis au mot **Acide**, ils comprendront aifément que le principe acidifiant commun peut trouver une fubftance huileufe de la nature du pétrole, & peut-être qu'une analyfe plus exacte de tous les bitumes, nous y découvriroit une partie compofante, finon abfolument identique, du moins fort analogue. L'exiftence de l'air, principe acidifiant eft vérifiée ici par l'obfervation de Pott, que cet acide faturé de potaffe, fe détruit pendant la diftillation, & laiffe un alkali effervefcent.

Le célèbre Chymifte de Berlin, a traité cet acide concrét à la diftillation avec les acides vitriolique, nitreux & muriatique; le fecond a bien produit quelques vapeurs rouges, mais il s'eft encore fublimé un peu de fel non altéré, & les deux autres n'ont fait que retenir fon huile furabondante fans le décompofer; ce qui annonce que le phlogiftique huileux y eft affez fortement combiné.

L'*acide karabique* a un gout piquant, fans être corrofif, & quelque chofe d'huileux lors même qu'il eft le plus rectifié & le plus blanc. Il n'altère que foiblement le fyrop violat, mais il rougit le Tournefol, & reftitue les nuances altérés par les alkalis.

Il eft volatil, mais ce n'eft qu'à un degré de chaleur affez confidérable; il ne s'élève pas à la chaleur du bain-marie, ce qui donne, comme

le dit Pott, un très-bon moyen de le purifier, sans en rien perdre. Si on l'expose au feu de sable, il coule d'abord comme une huile; il montre un peu d'acide huileux, le sel concret se sublime enfin & se condense dans la partie supérieure des vaisseaux, partie sous l'apparence d'une matière butiseuse jaunâtre, partie en forme de plumes, & le charbon qui reste prouve qu'une portion du sel a été détruite par l'action du feu.

Cet acide se dissout très-difficilement dans l'eau froide, puisqu'il en faut 24 parties pour dissoudre une partie de ce sel, au lieu qu'il ne faut que deux parties d'eau bouillante; mais à mesure que l'eau réfroidit, la plus grande partie se dépose. M. Roux assure cependant, qu'il en reste plus en dissolution que l'eau froide n'en auroit pu dissoudre. Si on fait évaporer une dissolution bien chargée de cet acide, il se crystallise en prismes triangulaires dont les pointes sont tronquées.

L'*acide karabique* s'unit aux terres, aux alkalis, & aux substances métalliques, je ferai connoître à l'article KARABITES, les sels qui résultent de ces combinaisons & leurs propriétés.

On a donné jusqu'à ce jour peu d'attention aux affinités particulières de cet acide, ce qui est d'autant plus étonnant que Barchusen & Boulduc ont démontré depuis long-temps, qu'il appartenoit à cette classe, & que personne n'en a douté depuis. Cependant M. Bergman ne l'a pas compris dans sa table, & M. Wenzel ne s'est attaché qu'à déterminer les proportions de composition de ses sels suivant le plan de son ouvrage.

J'ai essayé d'y suppléer du moins pour quelques points principaux, j'ai observé que le Barote devoit occuper la première place, ensuite le calce; que les trois alkalis précédoient la magnésie qui étoit précipitée de cet acide même, par l'ammoniac caustique; enfin, que la magnésie pouvoit être placée dans le sixième ordre, du moins jusqu'à ce que l'on eût décidé son rang, par des expériences directes peut-être même à l'égard de quelques substances métalliques qui pourroient lui enlever cet acide.

On savoit déja que cet acide cédoit les terres & les alkalis, à l'acide vitriolique; il est sûr encore que l'acide saccharin lui reprend la terre calcaire, mais il le reprend à son tour à l'acide acéteux; & le karabite calcaire ne se laisse pas même décomposer par l'acide muriatique.

Il ne précipite ni le mercure, ni l'argent de l'acide nitreux.

Il décompose & précipite l'acète de plomb, je ne puis imaginer comment cette précipitation à pû échapper à Pott, qui assure précisément le contraire.

Suivant les expériences du même Chymiste, cet acide dégage l'acide du muriate ammoniacal, pendant la distillation, c'est-à-dire, par la voie sèche. M. Stockar est même parvenu à décomposer toute une quantité donnée de muriate ammoniacal, en ajoutant successivement de nouvel *acide karabique*. Il semble qu'il décomposeroit également le nitre par cette voie, puisque Pott rapporte qu'il s'éleva des vapeurs rouges; mais la détonnation qui eût lieu par le contact de la matière huileuse de l'acide, brisa les vaisseaux & ne permit pas d'achever l'opération.

Cet acide refuse de s'unir à l'huile de térébenthine; il ne se dissout qu'en très-petite quantité dans l'esprit-de-vin, s'il n'est aidé de la chaleur, & la portion qu'il abandonne en réfroidissant, est encore sensiblement jaune.

ACIDE KARABIQUE. (*Pharm.*) C'est sous le nom de *sel de succin* qu'on emploie cet acide en médecine; il est essentiellement composé d'un principe huileux, intimement combiné avec l'acide, & l'on a lieu de croire que ses propriétés médicinales sont relatives à cette combinaison dans de justes proportions; de sorte que pour être efficace, ce sel ne doit être ni trop chargé, ni trop dépouillé de ce principe huileux. Sa couleur, d'un jaune trop brun, annonce qu'il y a excès de ce principe, & lorsqu'elle approche d'un blanc mat, l'on doit juger qu'il n'est pas uni en quantité suffisante à l'acide. Le sel de succin que l'on doit préférer, pour l'usage médicinal, est celui qui est d'un jaune clair.

L'artiste étant le maître de donner à ce sel la couleur qu'il veut, au moyen du procédé de rectification, il doit adopter celui de M. Pott, qui consiste, comme on l'a vu, à distiller à feu gradué, le sel de succin humecté, mélangé avec quatre parties d'argille ou de sable fin, dont on forme une pâte que l'on met dans une cucurbite basse, surmontée de son chapiteau, ou mieux, de plusieurs aludels, suivant la remarque du traducteur de la pharmacopée de Londres.

Ce sel se dissout très-difficilement dans l'eau froide; celle qui est au vingtième degré de température en peut dissoudre un vingtième de son poids, & lorsqu'elle est bouillante, un treizième.

L'esprit-de-vin est encore un dissolvant de ce sel; mais il faut que son action dissolvante soit aidée par la chaleur de ce menstrue.

L'*acide karabique* se combine avec tous les alkalins; mais sa combinaison avec le volatil est la seule qui soit d'usage en médecine. *Voyez* KARABITE AMMONIACAL, ESPRIT DE CORNE DE CERF SUCCINÉ.

Le sel de succin est une espèce de savon acide, un roborant irritant, un dissolvant raréfiant & conséquemment ne peut pas être employé dans tous les cas de plethore. On le regarde comme anti-histérique, comme un apéritif efficace dans les jaunisses, accompagnées de cachexie. Boerhaave l'a surnommé le plus puissant des diurétiques. On le donne depuis deux gouttes jusqu'à dix, & même quinze, dans des potions: mais sa saveur, qui est très-désagréable, doit engager à le prescrire en bol dans un excipient approprié au genre de la maladie, &

& à l'état des malades. Il entre dans la composition de la thériaque céleste.

Ce sel dissous dans le phlegme qui s'est élevé pendant la distillation, prend le nom d'*esprit de succin*. *Voyez* ce mot. On s'en sert dans les mêmes circonstances où l'on emploie le sel de succin, à la dose de huit gouttes à vingt & même à vingt-cinq : on le fait entrer dans le syrop de karabé. *Voyez* SYROP.

ACIDE LIGNIQUE. C'est le nom qu'il convient de donner à l'acide du bois. Il y a long-temps que l'on a observé que la plupart des végétaux, & sur-tout ceux qui ont une consistance plus solide, donnent, pendant leur combustion, une vapeur acide qui est plus ou moins affoiblie par le mélange de l'huile fuligineuse, mais qui affecte encore sensiblement nos organes, & principalement les yeux. Boerhaave, dans sa seconde partie de la *théorie de l'art*, dit précisément que la distillation des bois pesans, tels que le buis, le genièvre, le gayac & le chêne fournissent un esprit acide comme le vinaigre; que la rapure de gayac sur-tout donne à un feu doux une liqueur très-acide & assez volatile, que l'on peut séparer de toute huile adhérente, en la filtrant & la redistillant, & qui pour lors éteint le feu sur lequel on la jette, au lieu de lui servir d'aliment.

Ces phénomènes ont été remarqués par tous les Chymistes qui ont traité pour différens objets des matières ligneuses à la distillation ; mais on s'étoit peu occupé de déterminer les propriétés particulières de leur acide, lorsque M. Goettling publia en 1779, dans le recueil de M. Crell un mémoire sur l'acide du bois & l'ether qu'il peut former ; je me servirai de son travail, pour faire connoître la manière de retirer & de rectifier cet acide avec d'autant plus de confiance, que la plupart de ses expériences ont été répétées dans les cours de l'académie de Dijon.

M. Goettling remplit une cornue de fer tubulée, de morceaux d'écorce de bouleau, & en retira par la distillation une liqueur acide, brune, épaisse & fort empyreumatique. L'ayant laissée en repos pendant trois mois, il apperçut quelques gouttes d'huile qui vinrent nager à la surface & qu'il sépara par le filtre.

Il versa dans la liqueur filtrée de la dissolution de potasse ; il y eut une vive effervescence, le mélange devint rouge de sang, & teignit la baguette qui avoit servi à le remuer.

Il filtra de nouveau, & fit évaporer dans une poele de fer ; il ajouta de l'alkali dans la liqueur à mesure qu'elle se rapprochoit, & jusqu'à ce qu'elle ne fit plus d'effervescence ; il continua alors la déficcation, & obtint une matière saline très-noire.

Pour priver le sel de la portion d'huile qui le noircissoit, il fit fondre la masse dans la même poele de fer à un feu assez fort; lorsqu'elle fut réfroidie, il en fit la dissolution dans l'eau froide ; cette dissolution laissa sur le filtre une matière charbonneuse, & fournit par l'évaporation un sel beaucoup moins chargé que la première fois.

M Goettling craignant de ne pouvoir purifier entièrement ce sel par la fusion, sans détruire son acide, prit une autre partie du produit de la distillation du bouleau, & en la rectifiant dans une cornue à un feu doux, obtint une liqueur acide assez limpide ; le résidu de la cornue se trouva noir & gluant.

Cet acide rectifié, saturé d'alkali, donna encore une masse saline brune ; elle fut refondue & redissoute dans l'eau froide, & la dissolution filtrée, il en obtint, par l'évaporation, un sel gris-blanc qu'il jugea suffisamment privé de parties huileuses.

Ce sel (que je nomme *lignite de potasse*) fut encore pulvérisé, & en ayant mis deux onces dans une cornue, M. Goettling versa dessus de l'acide vitriolique concentré ; à peine y en eut-il deux dragmes, que la cornue s'échauffa au point d'éclater ; il répéta l'opération dans une cucurbite basse, versa peu à peu sur le sel à-peu-près six dragmes d'acide vitriolique, ajusta le chapiteau & le récipient, & distilla au feu de sable. L'acide passa d'abord très-clair, il vint ensuite quelques gouttes un peu laiteuses, mais lorsqu'il voulut les séparer, elles se mêlèrent avec le premier produit, il se forma alors une liqueur acide uniforme, non empyreumatique, ayant seulement une odeur d'ail, & qui pesoit sept dragmes.

C'est avec cet acide que M. Goettling a formé la combinaison éthérée dont je parlerai à l'article ETHER LIGNIQUE ; mais toutes ces opérations ne sont pas nécessaires, lorsqu'on n'a en vue que d'examiner ce nouveau dissolvant, ou d'en former d'autres compositions plus faciles, qui n'exigent pas le dernier degré de pureté & de concentration. Il suffit alors de distiller dans une cornue de fer au fourneau de réverbère des petits morceaux de bois de hêtre bien sec, & de rectifier ensuite le produit par une seconde distillation, ou du moins de changer de récipient dès que la partie huileuse commence à monter, ce que l'on apperçoit facilement à la couleur plus foncée qu'elle donne à l'acide. Il y a deux ans qu'on le prépare ainsi pour les démonstrations dans les séances publiques du cours de chymie de l'académie de Dijon ; cinquante-cinq onces de copeaux de hêtre bien sec ont donné dix-sept onces d'acide rectifié, de couleur légèrement ambrée, mais nullement huileux ni empyreumatique, dont la pesanteur spécifique étoit à celle de l'eau distillée :: 49 : 48.

Cet acide rougit très-fortement les couleurs bleues végétales, & restitue les couleurs de curcuma & de fernambouc altérées par les alkalis ; une once de cet acide a pris jusqu'à vingt-trois onces & demie d'eau de chaux pour sa saturation complette.

On a vu qu'il soutenoit assez bien le feu de distillation, & même un commencement de fusion lorsqu'il est engagé dans une base alkaline ; mais à

un degré plus fort, il se brûle comme tous les acides végétaux.

Il se conserve dans les flacons, sans altération, & même sans fournir aucune partie huileuse, lorsqu'il a été suffisamment rectifié ; le fond paroît seulement teint d'un léger dépôt.

L'*acide lignique* diffère absolument de l'acide gallique, puisqu'il ne précipite pas en noir les dissolutions martiales ; mais on est encore en droit de demander si tous les bois donnent réellement le même acide, & le célèbre Fontana, en me marquant son approbation de la nouvelle nomenclature, m'écrivoit, au commencement de cette année 1783, qu'une analyse exacte du règne végétal me forceroit peut-être à distinguer ce que j'appelle *acide lignique* en acide *gayacin*, acide *rhodien*, acide *néphrétique*, &c. &c. Dans les principes de l'ancienne chymie qui paroissoit redouter la multiplication des acides, on n'auroit pas hésité de répondre que les acides de tous les bois décomposés par le feu, & amenés à un degré égal de pureté devoient être identiques ; il paroît que M. Buquet n'en faisoit aucun doute, lors même qu'il comparoit l'analyse du chêne avec celle du gayac, c'est-à-dire celle d'un bois non résineux, avec celle d'un bois très-résineux, puisqu'il a ajouté que l'esprit acide recueilli dans ces opérations appartenoit *en partie à la matière extractive, & en partie à la résine*. Ce que j'ai dit du principe acidifiant commun (*Voyez* ACIDE) ne nous permet plus de conclure cette identité par théorie ; car il est très-possible que l'air principe acidifiant prenne différentes bases dans les différens bois : ces acides ne seront plus dès-lors les mêmes, & se feront reconnoître par quelques propriétés essentielles à leur composition, il faudra bien leur assigner aussi des noms différens, & je suis prêt à adopter la distinction de M. Fontana, dès qu'il y aura des preuves de cette différence : mais ne connoissant jusqu'à présent aucune observation qui puisse la faire présumer, trouvant d'ailleurs dans le travail de M. Goettling une preuve du contraire, puisqu'il a employé indifféremment le buis & le bouleau pour en retirer l'acide, j'ai cru devoir conserver la dénomination commune d'*acide lignique*, pour ne pas m'exposer au reproche d'avoir sous-divisé même les acides semblables.

L'*acide lignique* dissout très-bien les alkalis, les terres & les métaux, il forme avec ces bases des sels nouveaux auxquels je donne le nom générique de *lignites*. (*Voyez* LIGNITE DE POTASSE, DE SOUDE, &c.) M. Goettling n'ayant travaillé sur cet acide que pour le disposer à la combinaison éthérée, a laissé beaucoup à faire pour déterminer les propriétés de ses sels & l'ordre de ses affinités. M. Eloy Boursier de Clervaux, qui suivit l'année dernière les cours de l'académie avec beaucoup d'application, m'a remis la note de quelques essais qu'il a faits sur cet acide, & qui me serviront ici à indiquer ses principales affinités.

Les terres calcaire & barotique ne cèdent pas cet acide aux alkalis fixes caustiques.

Il paroît qu'il préfère le calce au barote, car si on verse de l'eau de chaux dans la dissolution de lignite barotique jusqu'à faire rougir le papier teint par le curcuma, & qu'on filtre le lendemain la liqueur pour en séparer la terre qui a été précipitée & celle qui s'est rassemblée en pellicule à la surface, cette liqueur ne décompose plus le vitriol de soude, quoiqu'elle tienne encore assez de terre pour donner un précipité par l'affusion de la potasse méphitisée.

L'ammoniac caustique ne décompose pas le lignite magnésien.

L'action de l'*acide lignique* sur les substances métalliques & sur l'alumine peut être comparée à celle de l'acide acéteux, & paroît suivre le même ordre.

Il s'unit très-bien à l'esprit-de-vin. *Voyez* ETHER LIGNIQUE.

ACIDE MARIN. *Voyez* ACIDE MURIATIQUE.

ACIDE MARIN FUMANT. *Voyez* ACIDE MURIATIQUE DÉPHLOGISTIQUÉ.

ACIDE MÉPHITIQUE. C'est sur-tout à l'occasion de cet acide que nous sommes bien forcés d'avouer que la nature se joue de nos méthodes ; voilà un gas qui a certainement les caractères d'un acide, quelques chaux métalliques paroissent déjà se rapprocher de la même nature, & il ne manque peut-être à l'air vital que deux ou trois propriétés les moins essentielles pour entrer aussi dans cette classe. Conclurons-nous de-là qu'il faut tout confondre & abandonner ces distinctions ? le Chymiste raisonnable se contentera de dire qu'il faut s'accoutumer à ne les pas considérer comme des êtres de la nature, à ne les apprécier, en un mot, que ce qu'elles valent ; mais ce sera pour lui une raison de plus de suivre constamment le fil du système qui relie nos connoissances, de le rechercher avec application, lorsque de nouveaux phénomènes paroissent en interrompre la chaîne, puisqu'il n'est pas donné à l'homme d'embrasser la nature sans le secours d'une méthode.

Ces réflexions & les principes que j'établis à l'article DÉNOMINATION m'ont déterminé à préférer l'expression d'*acide méphitique*, pour indiquer ce fluide élastique qui est l'*air fixe* de M. Priestley, l'*acide aérien* de M. Bergman, l'*esprit de la craie*, ou *acide crayeux* de Buquet, *le gas méphitique* de M. Macquer, l'*acide gaseux* de quelques autres, &c., &c. Toutes ces dénominations s'entendent sans doute, mais il en faut une qui devienne générale ; voici les raisons qui m'ont paru les plus capables de décider l'unanimité : 1°. *Air fixe* est impropre, ce fluide n'est actuellement ni air, ni fixe ; M. Black avoit lui-même déclaré qu'il ne différoit de lui donner une dénomination plus appropriée que jusqu'à ce qu'il fût plus instruit de sa nature & de ses propriétés ; 2°. *Gas* est déja approprié à tous les fluides aériformes, il convient

de le laisser à cette destination; 3°. *Acide aërien* nous prend une épithète d'un usage fréquent, & on verra bientôt que ce nom seroit trop significatif; 4°. *Esprit de la craie*, de même qu'*acide crayeux*, n'indique qu'une des substances qui fournit abondamment notre principe, & ces mots se prêteroient difficilement à former des dérivés suivant les règles de la nomenclature analogique; 5°. Enfin, *acide méphitique* se renferme plus exactement dans l'idée d'un caractère propre & essentiel; les composés de ce genre seront des *méphites* ou des *corps méphitisés*; les autres gas qui tuent les animaux peuvent être appellés simplement *gas nuisibles*; ne formant pas de classe de composés à la manière des acides, une épithète suffit pour les qualifier; ils n'ont pas besoin de noms particuliers, susceptibles d'indiquer divers états par leurs modes & leurs terminaisons; en un mot, cette expression devient très-exacte par son opposition avec celle d'*air vital*.

La connoissance de l'*acide méphitique* ayant produit dans la chymie une révolution aussi marquée que la découverte du phlogistique de Stahl, je m'attacherai 1°. à en fixer l'époque comme faisant une partie essentielle de l'histoire de cette science.

2°. J'indiquerai les matières qui le fournissent, les procédés pour l'obtenir.

3°. J'examinerai sa nature & son origine.

4°. Enfin, je ferai connoître ses propriétés & ses affinités.

§. I. *Précis historique de sa découverte.*

L'*acide méphitique* n'est réellement connu que depuis quelques années, & l'on a peine à concevoir comment il a pu échapper si long-temps à l'observation des physiciens, lorsqu'on considère combien il est répandu dans la nature, les prodiges qu'il y opère continuellement, & le grand rôle qu'il joue dans une multitude de phénomènes qui se répètent tous les jours sous nos yeux.

Les anciens attribuoient à une vapeur pestilentielle *spiritus lethalis*, la suffocation des animaux dans les grottes du mont Saint-Oreste, du lac Agniano, de Charon, de Narpaia (*ad mephitis ædes*) & autres cavernes; c'est ainsi que *Pline* en parle *liv. 2, chap. 93*. Ceux qui travailloient aux mines n'avoient pas une autre idée du fluide non respirable qui se rassemble dans les profondeurs.

Paracelse & *Vanhelmont* avoient observé dans plusieurs opérations le dégagement d'un fluide élastique qu'ils avoient nommé *gas*; *Boyle* le nomma *air artificiel*, il soupçonna que ce fluide pouvoit être très-différent de l'air de l'athmosphère; il vérifia ce que Vanhelmont avoit annoncé, que celui qui se dégage des matières en fermentation est nuisible aux animaux.

Le célèbre *Hales* admit l'air au nombre des principes chymiques, il vit qu'il se fixoit dans les corps, qu'il les rendoit durs & pesans sans perdre la faculté de redevenir élastique; il distingua les opérations où il est produit & celles où il est absorbé; il remarqua les propriétés différentes de ce fluide, comme de nuire à la respiration & à la combustion, il essaya de le dépouiller des principes qui le mettoient en cet état; c'est lui qui a le premier imaginé l'appareil des distillations pneumatiques que la chymie moderne regarde comme l'un de ses plus précieux instrumens (1), il soumit à ces épreuves presque toutes les substances connues; mais tout ce travail ne servit qu'à préparer la découverte, il n'imagina pas qu'il y eût quelque différence essentielle entre ces fluides aériformes & l'air commun.

Ce premier pas vers une vérité aussi neuve, étoit sans doute bien difficile à faire; *Boerhave* reçut le gas de la craie sous un récipient purgé d'air, il crut avoir seulement affranchi de ses liens celui qui entroit dans la composition de ce minéral, & le génie de ce grand homme fut arrêté par l'habitude de ne considérer dans l'air que ses propriétés mécaniques.

L'examen des eaux naturellement chargées d'*acide méphitique*, devoit, ce semble, revéler depuis long-temps ce secret de la nature; *Hoffman* soutint qu'elles ne contenoient aucun acide réel & substantiel, mais seulement une vapeur acide, unie à un certain principe éthéré, qui se dissipoit très-facilement. *Seip* regardoit l'esprit minéral comme un acide volatil sulfureux; *Springsfeld* avoit entrevu en 1748 que les substances dont ces eaux étoient chargées ne pouvoient être tenues en dissolution que par l'air, puisqu'elles se troubloient après l'avoir perdu. *Venel* alla plus loin, il prouva, en 1750, que les eaux acidules de Seltz devoient leurs propriétés à une certaine quantité d'air; (qu'il ne distinguoit pas non plus de l'air atmosphérique) il parvint à les imiter en retenant dans l'eau celui qui se dégage pendant la dissolution de la soude par l'acide muriatique; il explique très-clairement l'effervescence qui l'accompagne, en la considérant comme une précipitation de l'air pendant l'union des deux autres substances. Il jugea bien de la possibilité de soumettre un jour les gas à l'analyse; cependant il écrivoit encore en 1757 que leur incoercibilité les soustrairoit long-temps à nos recherches, & il en donnoit pour preuves les tentatives infructueuses de Beccher pour recueillir le gas du vin, celles de l'abbé Nollet pour reconnoitre la nature de la mofette de la grotte du Chien.

---

(1) Voyez planche I, des *appareils pour les gas*, *fig. 1 & 2*, les deux appareils dont il faisoit principalement usage. Ces figures peuvent encore servir à l'intelligence d'un grand nombre d'expériences, & indépendamment de ce motif, je me serois fait une loi de les conserver par honneur pour la mémoire de l'inventeur.

Enfin le célèbre *Black* donna à ce principe le nom d'*air fixe*, parce qu'il découvrit qu'il exiſtoit dans un état de fixité dans les alkalis & dans la craie : il démontra qu'il rendoit ces ſubſtances douces, qu'elles devenoient cauſtiques quand elles en étoient privées, & ſes expériences lumineuſes ont ouvert à la chymie une mine féconde où les *Macbride*, les *Prieſtley*, les *Bergman*, les *Lavoiſier*, les *Fontana*, & pluſieurs autres ſavans que j'aurai occaſion de citer, ont déja puiſé les plus importantes découvertes.

§. II. *Procédés pour obtenir l'*acide méphitique.

Cet acide eſt ſous *forme sèche*, c'eſt-à-dire gaſeuſe & aëriforme, ou ſous *forme humide*, c'eſt-à-dire uni à l'eau qui lui ſert de véhicule, de même qu'à la plupart des autres acides ; c'eſt ce que j'appelle eau méphitiſée, eau chargée d'*acide méphitique*.

La nature nous préſente elle-même cet acide dans ces deux états & très-abondamment ; ou du moins il s'offre à nous dans bien des opérations où nous n'avons guères pour but de le chercher.

Tous les corps qui ont de l'affinité avec ce principe, s'en chargent inſenſiblement, lorſqu'on les abandonne à l'air libre ; je ne dirai pas pour cela qu'il exiſte tout formé dans l'air commun, ce ſeroit préjuger une queſtion qui mérite un tout autre examen ; mais il eſt certain 1°. que le gas méphitique exiſte en maſſe dans les cavernes, & particulièrement dans celle que l'on nomme la *grotte du Chien* près de Naples ; qu'il s'amaſſe dans les galleries des mines, dans les puits, dans tous les lieux ſouterreins, & même quelquefois dans les caves de nos maiſons, parce que ſa peſanteur, plus grande que celle de l'air commun, le met en état de déplacer ce fluide, & le retient dans ces profondeurs comme dans le fond d'un vaiſſeau, juſqu'à ce qu'il ſoit entraîné par un courant d'air renouvellé, ou abſorbé par quelques matières. C'eſt encore à raiſon de cet excès de peſanteur qu'il prend ſon niveau & forme une couche horiſontale au-deſſous du fluide plus léger ; ce qui a fait dire aux premiers obſervateurs que la vapeur de la grotte du Chien n'étoit mortelle que pour ces animaux, tandis que dans la vérité elle fait périr tous ceux qui y ſont plongés, & que l'homme n'a pu ſe croire à l'abri de ce danger, que parce que ſa tête ſe trouvoit naturellement placée au-deſſus de l'eſpace qu'elle occupoit.

2°. Il y en a toujours une quantité ſenſible dans l'air expiré des poumons des animaux.

3°. Il ſe dégage abondamment de toutes les ſubſtances qui éprouvent actuellement la fermentation vineuſe ou du premier dégré. *Voyez* FERMENTATION.

4°. Il s'en dégage pareillement de toutes les matières qui éprouvent la fermentation putride ou du troiſième dégré.

5°. La combuſtion des matières animales & végétales en fournit toujours une quantité plus ou moins conſidérable.

6°. Il en eſt de même de la diſtillation de ces matières.

7°. Il s'en dégage pendant la réaction de quelques ſubſtances, telle que celle du gas nitreux & de l'étincelle électrique ſur l'air commun, des acides ſur l'alcohol, &c.

8°. La calcination par le feu en fait ſortir une prodigieuſe quantité des terres & pierres calcaires, des mines ſpatiques, &c.

9°. Enfin, ce fluide eſt également déplacé par l'action des acides ſur ces minéraux.

L'*acide méphitique* ſe trouve naturellement *ſous forme humide* : il y a bien peu d'eau qui n'en tienne au moins une petite partie, ce qui n'eſt pas difficile à croire, attendu la propriété qu'elle a de l'abſorber ; les eaux qui filtrent ſous terre reçoivent de lui leur qualité diſſolvante, les eaux médicinales gaſeuſes en ſont très-chargées, celle de pyrmont en fournit juſqu'à trente-ſept pouces cubiques par pinte.

Après avoir indiqué les matières qui donnent ſpontanément, ou qui peuvent fournir de l'*acide méphitique*, il eſt temps de faire connoître les procédés par leſquels on le retire, & on le recueille pour l'employer aux uſages & aux expériences chymiques.

Les chymiſtes ont trois manières de dégager l'*acide méphitique* : par *le feu*, par *la fermentation*, par *les acides* plus puiſſans que lui ; ils le recueillent ſuivant l'objet de l'opération dans des veſſies, dans des vaſes remplis d'eau, ou bien dans des vaiſſeaux où il eſt contenu par le mercure. Je vais decrire avec ſoin toutes les circonſtances de ces divers procédés & les appareils néceſſaires & ſuffiſans. On a imaginé depuis quelques années un grand nombre d'inſtrumens dans la vue de perfectionner la manipulation des gas, je me bornerai à préſenter ceux que l'uſage a fait reconnoitre les plus commodes & les plus ſimples ; le luxe des machines nuit plus à la ſcience qu'il ne ſert.

*Procédés pour dégager l'*acide méphitique *par le feu.*

I. Lorſqu'on a de l'eau naturellement très-chargée de ce fluide, il ſuffit, pour le recueillir, d'en remplir une bouteille, d'attacher à ſon goulot une veſſie bien lavée & ſouple, dont on a fait ſortir tout l'air en la preſſant, & de placer la bouteille ſur un feu de ſable : on a dans les laboratoires des bouteilles préparées pour cela, dont le bouchon eſt traverſé par un tuyau ſur lequel la veſſie eſt attachée. (*Voyez la figure 3 des appareils pour les gas.*) La veſſie ne tarde pas à s'enfler ; lorſqu'elle eſt remplie, ou que l'eau ne fournit plus de gas, on lie la veſſie en B avec une ficelle, & on l'enléve de deſſus la bouteille.

Comme les eaux perdent une partie de leur gas,

même à la température ordinaire, on pourroit le recueillir dans cet appareil, sans le secours du feu, en agitant simplement la bouteille, ou même en la laissant en repos dans un lieu tempéré. C'étoit ainsi que l'on éprouvoit, dans le commencement, les eaux gaseuses; mais il est aisé de voir qu'il est difficile, par ce moyen, d'épuiser l'eau de tout son gas, & par conséquent d'en déterminer les proportions. Cette méthode ne peut donc servir qu'à donner quelques pouces cubes d'*acide méphitique* que l'on destine à d'autres opérations.

Pour recueillir le gas des eaux de manière à pouvoir déterminer exactement la quantité qu'elles en tiennent, on se sert de l'appareil au mercure représenté *fig. 4 des appareils pour les gas.* A est une cornue à bec long & étroit & recourbé à son extrémité; cette cornue doit être assez grande pour que l'ébullition ne puisse faire passer l'eau par le col, & cependant assez proportionnée pour qu'il ne reste pas un trop grand volume d'air au-dessus de l'eau. CE est un récipient de verre cylindrique, que l'on remplit de mercure & que l'on renverse dans la cuvette D, dans laquelle on a mis d'avance assez de mercure pour que le récipient puisse s'y enfoncer de quelques lignes. L'essentiel est de retourner ce récipient sans laisser échapper le mercure qui doit le remplir exactement, ou ce qui est la même chose, sans y laisser entrer la moindre partie d'air commun; on y parviendra aisément si on a eu la précaution de dresser les bords du récipient en l'usant avec le sable sur une table de fonte, & de préparer un morceau de glace taillé en rond, du diamètre des bords extérieurs du récipient, & que l'on nomme *obturateur* : alors dès qu'on a rempli le cylindre, & avant de le renverser, on bouche l'orifice avec cet obturateur, on le retourne dans la cuvette, & on n'enlève le morceau de glace que quand il est enfoncé sous le mercure. Ces vaisseaux ainsi disposés sont placés sur la tablette FG. On soulève le récipient; soit en le suspendant par des cordons, comme on le voit dans la figure, soit en plaçant sur le bord inférieur un support échancré, afin de pouvoir y introduire le bec de la cornue. On assujettit également la cornue par des cordons, & on la place sur le réchaut H. Si on n'opéroit que pour essai, & sur une petite quantité, on pourroit substituer à ce réchaut la lampe à esprit-de-vin dont j'aurai occasion de parler ailleurs, & particulièrement à l'article LABORATOIRE.

Dès que l'eau commence à s'échauffer, l'*acide méphitique* se dégage sous la forme de fluide élastique, il passe dans le récipient, & déplace le mercure qui retombe dans la cuvette. On comprend que l'*acide méphitique* est mêlé dans toutes ces opérations avec la portion d'air commun qui est restée dans la cornue au-dessus de l'eau; mais si on a en vue de déterminer avec exactitude la quantité du produit, on a la ressource de le faire passer en entier dans l'eau de chaux, & de déduire ensuite la portion qu'elle n'absorbe pas; si l'on ne cherche qu'à obtenir l'*acide méphitique* pur, au risque d'en perdre, on tient la cornue sur le réchaut pendant quelques instans, avant que d'engager le bec sous le récipient, pour donner le temps au fluide gaseux de pousser dehors l'air commun, & de remplir lui-même la totalité de la partie vuide de la cornue.

L'opération réussiroit également en mettant de l'eau dans le récipient & dans la cuvette, au lieu de mercure; mais dans ce cas il faudroit renoncer à doser le produit, parce que l'eau a, comme nous le verrons, la propriété d'absorber cet acide.

II. Lorsqu'on distille les matières végétales & animales, elles se décomposent à un certain dégré de chaleur, & fournissent une quantité considérable d'*acide méphitique*; pour le recueillir, on adapte à la cornue le ballon à deux goulots représenté par la figure 5, (*appareils pour les gas*) & quand la cornue est placée dans le fourneau, quand on a lutté le ballon à l'ordinaire, on approche du tuyau recourbé C, une cuvette pareille à celle de la figure 2 ou de la figure 4, dans laquelle plonge également un récipient rempli d'eau ou de mercure; on soulève avec précaution la cuvette, & on l'avance jusqu'à ce que l'extrémité du tuyau se trouve sous le récipient. Ce récipient & la cuvette qui le contient doivent être d'une grandeur proportionnée à la quantité de gas que l'on veut recueillir ou que peuvent fournir les matières de la cornue. A défaut d'un ballon à double goulot, j'ai souvent fait usage d'un ballon ordinaire, en introduisant par le trou que l'on y pratique pour donner issue aux vapeurs, un simple tuyau de verre recourbé, comme on le voit à la figure 6 & que j'assujettissois en B, avec le lut gras.

L'*acide méphitique* que l'on obtient dans ces opérations est toujours très-impur; il est mêlé non seulement d'air commun resté dans la cornue & dans le ballon, mais encore de gas inflammable, qui se dégage presqu'en même temps de ces matières. Aussi ce procédé a-t-il été adopté par les Chymistes bien moins pour se procurer de l'*acide méphitique*, que pour ne rien perdre des produits de leurs analyses, & pour pouvoir en examiner tous les résultats, comme on le verra aux articles ANALYSE & DISTILLATION.

III. Le feu dégage l'*acide méphitique* des substances les plus solides, telles que les mines métalliques spatiques, la pierre calcaire, le marbre, &c. M. Krenger en a retiré du spat fluor verd, M. Fontana de la malachite. Mais il faut le plus fort dégré de feu que puissent soutenir les vaisseaux de verre; en conséquence, ce procédé n'est guère usité que lorsque le gas devient lui-même l'objet de l'expérience, comme lorsqu'il s'agit de reconnoitre sa nature, de constater son identité, ou de déterminer ses proportions. On se sert pour cela de l'appareil décrit ci-dessus, figure 4. On met, par exemple, dans la cornue du spat calcaire, ou du

marbre blanc réduit en poudre, & on en introduit le bec, comme il a été dit, ſous le récipient rempli d'eau, ou encore mieux de mercure. La cornue devant ſoutenir un aſſez grand coup de feu, il eſt bon de la prendre de verre vert qui réſiſte beaucoup mieux, & M. Bergman recommande de la mettre dans un creuſet rempli de gypſe pulvériſé qui lui forme une eſpèce de bain capable de la défendre de la violence du feu nud, & même de l'empêcher de s'amollir, en lui donnant, par la cémentation, le caractère de porcelaine de Réaumur.

La cornue doit avoir le col très-allongé, afin que l'appareil & ſon ſupport ne ſoient pas expoſés à ſouffrir de la chaleur du fourneau. On peut ſe ſervir d'une cornue ordinaire à laquelle on lute exactement un tuyau de verre courbé à ſon extrémité; le lut en ce cas doit être recouvert d'une bande de veſſie bien ficelée.

On peut ſe contenter enfin de l'appareil plus ſimple de M. Schéele, qui ne conſiſte que dans une cornue à long col, au bout duquel on lie fortement une veſſie ſouple & bien purgée d'air par l'expreſſion. (*Voyez fig. 7, appareils pour les gas.*)

On ne parvient que difficilement à dégager tout l'acide de la terre calcaire, elle le retient très-fortement & exige un feu de la dernière violence, au lieu que la magnéſie le laiſſe aller dès qu'elle commence à ſentir la chaleur. On doit donc préférer cette dernière, & même, ſuivant le conſeil de M. Bergman, n'employer que des vaiſſeaux de peu de capacité, d'autant plus que cette opération ne ſe fait jamais que dans des vues d'expériences pour leſquelles il eſt indifférent que l'acide ſoit tiré de la magnéſie ou du calce.

On ſe tromperoit beaucoup, ſi l'on penſoit que l'on peut ſubſtituer ici une cornue de terre cuite à une cornue de verre pour avoir la faculté d'augmenter le feu à volonté; il eſt maintenant bien prouvé que les vaiſſeaux de terre, même cuits en grais, perdent & admettent l'air & le gas. *Voyez* AIR & DISTILLATION.

*Procédés pour retirer l'*acide méphitique *par la fermentation.*

Toutes les matières ſuſceptibles de fermentation donnent abondamment de l'*acide méphitique* au premier & au troiſième dégré, c'eſt-à-dire lorſqu'elles ſubiſſent la fermentation vineuſe ou la fermentation putride.

I. Il n'y a rien de ſi aiſé que de recueillir cet acide, lorſqu'on eſt à portée d'une maſſe un peu conſidérable de végétaux fermentans, comme d'une cuve de vin ou de bierre; ce fluide étant plus peſant que l'air, eſt retenu par ſon poids à la ſurface de la cuve, & y forme une couche qu'il eſt aiſé de diſtinguer par la propriété qu'elle a d'éteindre la lumière que l'on y plonge. Il ſuffit donc de préſenter un vaiſſeau quelconque au-deſſous de cette couche; l'air ordinaire qu'il contient s'élève bientôt en vertu de ſa légèreté reſpective, & cède la place à l'acide, de ſorte qu'en peu d'inſtans ce vaiſſeau en eſt rempli.

On ſe ſert d'un expédient tout auſſi ſimple pour le recueillir ſur le champ & le renfermer dans des bouteilles; on les introduit exactement pleines d'eau dans l'eſpace que le gas occupe au-deſſus de la cuve, & on les verſe ſucceſſivement dans une cuvette qui y eſt également plongée, & que l'on a eu l'attention d'y laiſſer ſéjourner deux ou trois minutes pour en faire ſortir l'air commun. Il eſt évident que le gas eſt forcé d'entrer dans ces bouteilles à meſure que l'eau en ſort. Si on veut le conſerver, on bouche les bouteilles avec du liège, & on les renverſe ſur leurs bouchons; quelques gouttes d'eau que l'on a ſoin d'y réſerver ſuffiſent pour empêcher toute communication avec l'air extérieur. Voilà les procédés les plus avantageux pour obtenir des grandes maſſes en fermentation, l'*acide méphitique* ſous forme sèche; j'aurai encore occaſion d'en parler, lorſqu'il ſera queſtion d'en imprégner l'eau.

II. Quoique la fermentation vineuſe ne s'établiſſe guère d'une manière bien ſenſible, que quand il y a une maſſe de matière un peu conſidérable, le Chymiſte peut néanmoins, ſans grande dépenſe, exécuter cette opération dans ſon laboratoire. Voici le procédé qui m'a paru le plus ſimple, & qui eſt celui du célèbre profeſſeur d'Upſal.

Dans une bouteille AB (*fig. 8, appareils pour les gas.*) qui peut contenir 350 pouces cubiques, on met vingt onces de ſucre, autant de bon ferment de bierre, & 200 pouces cubiques d'eau. Après ſix ou ſept heures d'une chaleur moyenne, comme de douze dégrés au-deſſus de zéro de l'échelle de Réaumur, l'air commun eſt ordinairement ſorti de la bouteille. On introduit alors l'extrémité du tuyau de verre C, ſous un récipient pneumatique rempli d'eau ou de mercure, comme il a été dit ci-deſſus, & les bulles commencent à paſſer. La fermentation ſe feroit également quand on placeroit tout de ſuite le tuyau ſous le récipient, car elle n'exige pas le concours de l'air, il ſuffit que le fluide élaſtique qui doit ſe dégager trouve une iſſue; ce n'eſt donc que pour éviter le mélange de l'air commun que l'on recommande de ne pas engager, dès le premier inſtant, le tuyau ſous le récipient. On doit cependant avoir ſoin que cette iſſue ſoit facile, & ſe garder d'employer un tuyau trop étroit ou trop long, parce que la réſiſtance qu'il oppoſeroit à la ſortie du fluide qui recouvre ſon élaſticité, pourroit à la fin faire équilibre à la puiſſance qui la pouſſe hors du mélange fermentant, & arrêter ainſi la fermentation.

III. Il y a un dernier dégré de fermentation, qui produit la décompoſition putride des ſubſtances végétales & animales, & pendant cette opération ſpontanée, il ſe dégage toujours une quantité con-

sidérable d'*acide méphitique* : seize pouces cubiques de sang de mouton délayé d'un peu d'eau, pour le faire mieux fermenter, ont donné suivant l'observation de Hales quatorze pouces de fluide aériforme en dix-huit jours.

L'acide obtenu par la putréfaction des matières animales est toujours très-impur; il est non seulement mêlé de beaucoup de gas inflammable, mais encore de ce que M. Priestley appelle effluve putride, & qui ne paroît être autre chose qu'un gas alkalin volatil, ou ammoniac gaseux, chargé d'huile fétide animale, comme je le ferai voir en traitant de ce dégré de fermentation.

Lorsqu'on veut s'assurer s'il y a réellement production d'*acide méphitique* pendant la putréfaction, on peut se servir de l'appareil de Hales, (*fig. 1, pl. I.*) & mettre tout simplement dans le matras *b* quelques végétaux ou quelques parties animales, en y ajoutant un peu d'eau, & plaçant ces vaisseaux dans un lieu chaud pour déterminer la fermentation : mais dans ce procédé la présence de l'eau & de l'air commun jette nécessairement quelqu'incertitude sur les résultats; voici un procédé qui n'a pas le même inconvénient.

On place ces matières dans un cylindre de verre ou récipient que l'on achève de remplir de mercure, on bouche l'orifice avec l'obturateur de glace, & on le retourne avec précaution dans une cuvette aussi remplie en partie de mercure, comme on voit le récipient E, dans la cuvette G, (*fig. 4*) après quoi on ôte l'obturateur. Cela fait, on porte la cuvette dans une étuve, ou bien on l'approche du feu, pour qu'elle éprouve à-peu-près une chaleur de trente-deux dégrés du thermomètre de Réaumur; on voit bientôt le mercure descendre, pressé par le fluide élastique, & il continue de s'abaisser tant que dure la putréfaction.

C'est en opérant de cette manière que M. Priestley a reconnu que le gas de la dissolution putride des végétaux étoit presque tout méphitique, & qu'après avoir été un ou deux jours dans ces circonstances, ils avoient lâché à-peu-près tout le fluide élastique qu'on pouvoit en obtenir à ce dégré de chaleur; au lieu que les substances animales continuoient à fournir des gas ou des effluves de différentes espèces pendant plusieurs semaines, mais sur-tout de l'*acide méphitique*, le gas inflammable s'épuisant long-temps avant lui. Quatre scrupules de muscle ou de chair maigre de mouton ainsi enfermés sur le mercure, lui ont donné près de six pouces cubiques d'*acide méphitique*, déduction faite de la portion de gas inflammable que M. Priestley avoit séparé de la masse aériforme, en faisant absorber l'acide par l'eau de chaux. Ce moyen de séparation indique assez que cette opération ne peut servir qu'à l'expérience, & qu'elle seroit de toutes la plus désavantageuse, s'il n'étoit question que d'obtenir en quantité de l'*acide méphitique* pur.

*Procédés pour retirer l'*acide méphitique *par les acides plus puissans.*

Lorsqu'un acide est uni à une base, si on présente à cette base un autre acide qui l'attire plus fortement, elle cède à son attraction, & le premier acide devient libre. Voilà exactement ce qui se passe toutes les fois que l'on verse un acide quelconque sur une substance qui recèle de l'*acide méphitique*, parce que son affinité est plus foible. Mais au lieu de rester paisiblement dans le mêlange aqueux, comme les autres acides dans les décompositions des sels, celui-ci ne peut être rendu libre qu'il ne reprenne à l'instant la forme gaseuse, & il produit en s'échappant l'effervescence qui accompagne ces opérations. Maintenant que nous connoissons le fluide élastique qui est la cause matérielle de ce phénomène, nous avons peine à comprendre comment elle a pû échaper si long-temps aux recherches des chymistes, ou plutôt comment ils ont pû jusques dans ces derniers temps se contenter pour son explication de l'hypothèse frivole d'un choc & d'une réaction imaginaires; mais l'idée d'un acide aériforme n'étoit pas encore née, & ce sont les idées qui ouvrent & ferment les yeux des observateurs.

Il y a plusieurs manières de recueillir ce gas, & comme elles ne diffèrent que par quelques circonstances peu essentielles, je me bornerai à indiquer celle qui est la plus simple & la plus généralement adoptée.

Dans un flacon AB, (*fig. 9, appareils pour les gas*) à deux goulots dont l'un est occupé par un tuyau de verre courbé C, on verse d'abord de l'eau distillée, pour en remplir à-peu-près la moitié, comme jusqu'en B; on y ajoute du spat calcaire transparent, grossièrement pulvérisé, jusqu'à ce qu'il y en ait presque de la hauteur de l'eau; ensuite par le moyen de l'entonnoir K, mastiqué au goulot ordinaire & bouché imparfaitement par la baguette de verre L, on fait tomber goutte-à-goutte de l'acide vitriolique, qui fait jaillir aussitôt une infinité de bulles des parties calcaires.

On doit avoir l'attention de laisser libre, pendant quelques instans, l'extrémité du tuyau de verre C, pour faire sortir l'air commun resté dans le flacon, ainsi que dans le tuyau; après cela on l'introduit dans la bouteille renversée DE, qui est fixée un peu au-dessous de la surface de l'eau de la cuvette HI.

Tout étant disposé de cette manière, il passe dans la bouteille une quantité de bulles qui se rassemblent dans le haut & qui font baisser l'eau; quand l'eau est toute sortie, on retire le siphon du goulot D, on bouche la bouteille, & elle est pleine d'*acide méphitique*.

L'entonnoir, ainsi que le siphon, doivent être exactement scellés, quelques-uns entourent les jointures d'un morceau de vessie ficelée, d'autres

se contentent de bouchons de liège, percés pour recevoir l'entonnoir & le siphon, & qu'ils enfoncent avec un peu de force ; tous ces procédés sont également bons, pourvu que le gas ne s'échape pas. On pourroit même substituer au flacon à deux goulots, une bouteille ordinaire, avec un bouchon de liège qui porteroit le siphon ; il n'y auroit d'autre inconvénient que de laisser rentrer de l'air commun, à chaque fois qu'il faudroit déboucher la bouteille pour y ajouter des matières, & cet inconvenient n'en est pas un dans bien des occasions où ce mêlange est indifférent à l'objet de l'opération.

Il est aisé de voir qu'on recueilleroit également l'acide, soit en adaptant à la bouteille, dans laquelle se feroit la dissolution, la vessie de la fig. 3 soit en introduisant le tuyau recourbé C, sous le récipient plein de mercure de la fig. 4. On auroit ainsi l'avantage de ne pas perdre une partie du gas méphitique, qui, comme nous le verrons, est toujours absorbé par l'eau du précédent appareil ; mais il arriveroit fréquemment que l'acide vitriolique passeroit en vapeur avec le gas méphitique & même attaqueroit la vessie ; on est donc bien dédommagé de cette perte légère par la certitude de le recueillir plus pur, sur des matières & dans des vaisseaux qui ne peuvent y porter aucune hétérogénéité, & qui plus est, déja lavé par l'eau qu'il a traversée dans la bouteille.

M. Schéele fait usage d'un appareil encore plus simple. Il met dans une vessie ramollie AA (*fig. 10, appareils pour les gas*) la craie dont il veut retirer le gas, il lie la vessie avec le fil B au-dessus de la craie, il verse par dessus un acide délayé dans l'eau, il exprime l'air de la vessie autant qu'il est possible ; il la ferme en C, & détachant le fil B, fait couler l'acide sur la craie. Alors la vessie reçoit, en se dilatant, le gas qui se dégage. Cet appareil suffit sans doute, pour prouver, d'une manière sensible, qu'il se dégage dans cette opération un fluide élastique ; mais l'acide agit nécessairement un peu sur la vessie, & M. Schéele ne dissimule pas que le gas méphitique, passe en quelques jours à travers ses pores, pour peu qu'elle soit humide, ou qu'il y ait d'humidité dans l'air.

La méthode de faire passer *l'acide méphitique* dans l'eau, est sur-tout indispensable toutes les fois qu'on l'a dégagé par les acides. M. Bergman paroît même desirer que l'on lave également celui qu'on a obtenu par le feu ou par la fermentation, pour s'assurer de sa pureté. C'est ce que l'on exécute très-aisément dans la *cuve* représentée (*figure 18 appareils pour les gas*), on remplit d'eau un flacon à goulot évasé, & après l'avoir bouché avec l'obturateur, on le renverse dans la cuve & on place son orifice sur un des trous de la tablette *a*, *b*. Cela fait, on plonge dans l'eau de la cuve, toujours l'orifice en bas, le vaisseau contenant le gas ; on le débouche, on le retourne, & en même-temps on place son orifice directement sous le trou de la tablette. L'eau de la cuve entrant dans ce vaisseau, force le gas à s'élever, il passe par le trou de la tablette ; il va déplacer à son tour l'eau du flacon renversé au-dessus, & se purifie en la traversant. On feroit la même opération, quoiqu'un peu moins commodément, dans la cuvette de la figure 9, pourvu qu'elle fût assez profonde pour placer un entonnoir de verre dans le col de la bouteillle DE, sans la sortir de l'eau, & en même-temps pour pouvoir retourner au-dessous le vaisseau qui contiendroit le gas.

M. Bergman recommande encore, avec raison, d'employer à cette expérience le spat calcaire en cristaux transparens, il a reconnu que la craie tenoit presque toujours un peu d'acide muriatique, & j'ai vérifié que celle qui nous venoit de champagne n'en étoit pas exempte. Le marbre blanc tel que celui de carrare, peut être regardé comme aussi pur que le spat. Au-reste, ce choix n'est nécessaire que dans un petit nombre d'occasions, il y en a une infinité d'autres, où il n'est déterminé que par la facilité de se procurer une matière plutôt qu'une autre, parce que la petite quantité de parties étrangères à laquelle elle est unie, ne peut influer d'une manière sensible sur le résultat de l'opération.

Il est souvent nécessaire de mesurer la quantité *d'acide méphitique* contenu dans quelque substance, les procédés varient encore suivant l'objet : en voici quelques uns qu'il importe principalement de connoitre

1°. On se sert d'une machine pneumatique ordinaire, disposée pour faire à volonté des mélanges dans le vuide ; lorsqu'on a pompé l'air autant qu'il étoit possible, on fait tomber l'acide sur le corps que l'on veut dissoudre ; connoissant la capacité du récipient, le baromètre qui est placé dessous indique assez précisément la quantité de fluide élastique qui est dégagé. C'est ainsi que Boerhaave démontroit que le gas produit pendant la dissolution d'une dragme de craie, dans deux onces de vinaigre distillé, remplissoit un espace de 151 pouces cubiques.

2°. On le mesure commodément en le recevant dans l'appareil au mercure fig. 4. C'est pour cela qu'on a tracé des lignes de division à la surface extérieure du récipient E ; il ne reste plus qu'à déduire la quantité d'air commun qui étoit restée dans les vaisseaux ; pour la déterminer on fait absorber tout *l'acide méphitique* par l'eau de chaux, ainsi que je l'ai déja remarqué, en rapportant une expérience semblable de M. Priestley.

3°. Veut-on rendre l'effet très-sensible en opérant sur une quantité un peu considérable ? il faut se servir de l'appareil imaginé par M. Lavoisier, (*voyez la fig. 11, appareils pour le gas*) AB est une platine de métal, de laquelle s'élève une tige CD, qui porte une autre platine EF. On place sur cette dernière le bocal Q, & la phiole I soutenue dans son chassis par deux calottes hemisphériques

phériques qui sont à vis dans les montans du chassis. Ayant mis dans le bocal une certaine quantité de craie, & dans la phiole l'acide nécessaire pour la dissoudre complettement, on descend cet appareil dans un sceau de fayence rempli d'eau, on descend dans ce sceau le récipient de verre NN, ayant l'attention de faire sortir les deux cordons *rr*, attachés à la bascule de la phiole; on suce l'air par le trou R pour faire monter l'eau jusques en YY, ou pour plus d'aisance, on introduit sous ce récipient l'ajutage recourbé de la pompe PP, au moyen de laquelle on fait monter l'eau dans l'intérieur à la hauteur que l'on désire; on fait passer enfin sous ce récipient, par le moyen d'un entonnoir courbé (*fig. 12.*) de l'huile qui vient se placer à la surface de l'eau & y former une couche de l'épaisseur d'une ou deux lignes.

Tout étant ainsi préparé, on tire le cordon *r* qui, passant sur les poulies de renvoi *p* M *n*, incline la phiole I, & fait tomber l'acide sur la craie; l'effervescence commence aussitôt, & l'on voit descendre l'eau par la pression du fluide élastique dégagé.

Il faut avoir l'attention de ne pas verser l'acide tout à la fois, autrement le mouvement de l'effervescence pourroit faire passer la liqueur sur les bords du bocal.

Il est aisé de comprendre qu'en marquant exactement la ligne à la quelle l'huile étoit arrêtée au commencement de l'opération, & la ligne à laquelle elle se trouve au moment où toute effervescence cesse, & même un quart d'heure après, pour laisser dissiper le peu de chaleur qui l'accompagne ordinairement, on peut déterminer avec assez de précision la quantité *d'acide méphitique* qu'à fourni le corps dissous. M. Lavoisier a retiré de cette manière 200 pouces cubiques de 4 gros 63 grains de craie desséchée au degré du mercure bouillant. Un morceau de marbre blanc d'un peu plus d'un huitième de pouce cube, pesant 1 gros 54 grains $\frac{1}{2}$, m'a donné dans cet appareil 94 pouces cubiques $\frac{1}{4}$ de gas méphitique.

L'huile que l'on ajoute a pour objet d'empêcher l'absorption de cet acide par l'eau, mais je ferai voir ailleurs que ce fluide n'a ici d'autre avantage que de rendre l'absorption plus lente; ce qui doit engager à prendre le point d'ascension de la couche d'huile, immédiatement après que le fluide élastique s'est remis à la température de l'air environnant.

4°. On a enfin un moyen bien simple & bien exact d'analise des substances qui contiennent de *l'acide méphitique*; il consiste à mettre dans un flacon de l'acide très-délaié, à en prendre le poids juste, à y jetter peu-à-peu la matière que l'on veut analiser & dont on à également pris le poids, & à peser de nouveau le flacon après la dissolution. Si on a la précaution de ne le remplir qu'au tiers, même au quart, & pour plus de sureté de le couvrir imparfaitement, il est évident qu'il n'en sortira aucune vapeur aqueuse, il n'y aura que le gas qui aura pu se dissiper dans ces circonstances, parce qu'il n'y a que peu d'effervescence à la fois & point de chaleur; la diminution de poids indiquera par conséquent la proportion.

L'acide nitreux doit être préféré à l'acide vitriolique dans cette opération, parce que ce dernier forme avec les matières calcaires un sel peu soluble qui arrête la dissolution des parties qu'il environne.

L'acide méphitique dégagé par tous les procédés que je viens d'indiquer est constamment le même, lorsqu'il est pur & séparé de toute matière étrangère; on le conserve aussi long-temps que l'on le desire, en le tenant renfermé sur le mercure, ou dans des bouteilles renversées sur leurs bouchons, en y laissant, comme je l'ai dit, quelques gouttes d'eau pour entretenir l'humidité du liège, & fermer toute communication avec l'air extérieur.

Jusqu'ici, je n'ai considéré cet acide que dans l'état le plus simple & sous la forme de gas; mais il s'unit à l'eau très-facilement, il existe dans plusieurs eaux naturelles, & les Chymistes faisant le plus souvent abstraction du véhicule aqueux dans leurs opérations sur les acides, il convient avant d'examiner celui-ci, de réunir aux procédés de sa préparation celui qui le donne sous la forme d'un fluide aqueux.

*Procédés pour obtenir l'*acide méphitique *aqueux ou eau méphitisée.*

J'ai déja eu occasion de remarquer que l'eau s'unissoit à *l'acide méphitique*, il suffit pour cela que ces deux fluides soient en contact, mais la nécessité de produire à volonté cette combinaison pour divers usages de médecine & de chymie a fait rechercher les moyens de rendre cette préparation plus prompte & plus parfaite.

Le premier procédé employé par M. Priestley pour imprégner l'eau *d'acide méphitique* fut de conduire, par le moyen d'un tuyau de cuir ou d'une vessie, le gas qui se dégageoit dans un flacon, pendant la dissolution de la craie par un acide, sous l'ouverture d'une bouteille pleine d'eau & renversée dans une cuvette. Cet appareil est exactement le même que celui qui a été ci-devant décrit (*fig. 9*) excepté que le siphon de verre CD est brisé près du goulot A, & ses deux extrémités réunies par une vessie ficelée. Le but de cette pratique est de faciliter l'agitation, soit du flacon A pour ranimer l'effervescence, soit de la bouteille E pour multiplier les points de contact du gas avec l'eau; car cette condition est essentielle pour obtenir la saturation.

C'est encore dans la même vue de faciliter cette agitation que M. Bergman a imaginé de briser le siphon de son appareil en M, & d'en réunir les bouts par un petit tuyau de résine élastique.

Quelques-uns craignant que le tumulte de l'effervescence ne fit monter dans le tuyau, de la craie,

de la félénite, ou seulement des vapeurs aqueuses imprégnées d'acide minéral, ont proposé d'interrompre le tuyau qui doit conduire le gas par une petite phiole A (*fig. 13*), destinée à recevoir ces matières. Il n'est pas douteux que cette addition rend la manipulation un peu plus embarrassante, mais c'est en même temps une très-bonne invention pour prévenir ce qui n'arrive que trop souvent entre les mains de gens peu attentifs ou peu exercés, qui versent trop d'acide à la fois, ou quand le flacon est déja trop plein, & qui l'agitent maladroitement; de sorte qu'au lieu d'une eau gaseuse on a une eau vitriolique & féléniteuse. Il n'y aura plus rien à craindre avec cet appareil, parce que toutes ces matières pesantes s'arrêteront nécessairement dans la phiole intermédiaire, & qu'il n'y aura que le gas méphitique qui enfilera la portion du tuyau C pour se rendre dans la bouteille. Ainsi cette précaution qui peut être négligée par des Chymistes consommés, devient essentielle quand on est obligé de confier le soin de cette opération à des personnes qui n'en ont ni la théorie, ni la pratique.

M. le docteur Nooth a donné dans le soixante-cinquième volume des transactions philosophiques, la construction d'une machine destinée à remplir plus commodément le même objet, & qui a depuis porté le nom de ce savant, quoiqu'elle ait été corrigée & perfectionnée par MM. Parker & Magellan. Elle est composée des trois vaisseaux A, B, C, (*fig. 14, appareils pour les gas.*) Le vaisseau A, qui a la forme d'un pied, & qui porte en effet toute la machine, est destiné à recevoir le mélange effervescent; le vaisseau du milieu B en forme de globe avec deux goulots un peu gros en Z & en V, & un troisième petit goulot sur le côté en *n*; c'est dans ce vaisseau que l'on met l'eau que l'on veut charger *d'acide méphitique.* Le vaisseau supérieur est un globe un peu plus petit portant en *f* un goulot avec son bouchon usé à l'émeril, & terminé au bas par un tuyau courbé *g*, ressemblant au col d'une cornue. Ce tuyau doit remplir exactement le goulot du second vaisseau qui est usé à l'émeril pour le recevoir comme un bouchon. La pièce la plus importante & la plus difficile à exécuter dans cet appareil est le bouchon de cristal V du vaisseau du milieu, lequel doit faire fonction de soupape pour retenir l'eau & laisser passer le *gas méphitique*: pour cela on a composé ce bouchon de deux parties percées dans toute leur longueur de petits trous formant des tuyaux capillaires; & dans l'espace que laissent entr'elles ces deux parties, on place une lentille de verre plan-convèxe, dont le plan tombe sur la partie inférieure du bouchon, & empêche l'eau renfermée dans le vaisseau B, d'en sortir; qui, soulevée par l'action du fluide élastique, dégagé par la dissolution de la craie dans le vaisseau A, lui livre passage.

Lorsqu'on veut se servir de cet appareil, on commence par enlever le vaisseau C, on remplit d'eau le globe B, en la versant par l'ouverture supérieure, & l'on replace aussi-tôt le vaisseau C, comme le représente la figure; on enlève après cela, tout à la fois, les deux globes supérieurs B & C que l'on a posés à côté sur un pied de bois préparé pour les contenir dans la même situation; on met dans le vaisseau A de l'acide vitriolique délayé, & de la craie, du spat, ou du marbre pulvérisés, & on replace tout de suite les deux vaisseaux supérieurs.

On se sert d'un entonnoir pour introduire l'acide & la craie, afin qu'il ne reste rien au goulot qui puisse empêcher le vaisseau B d'y entrer & de le fermer exactement. Il importe encore de doser convenablement l'acide & la matière calcaire, pour que l'effervescence & la dissolution ne soient ni trop rapides, ni trop lentes. On recommande à cet effet d'avoir de petits vases qui servent de mesures.

On conçoit que tout étant ainsi disposé, le gas élastique qui se dégage du mélange effervescent dans le vaisseau A, soulève la lentille qui fait soupape entre les deux portions du bouchon tubulé V, & passe dans le vaisseau du milieu. Ce gas s'élevant dans la partie supérieure de ce vaisseau, presse l'eau qui est obligée de s'élever par le tuyau courbé G dans le globe C; enfin l'air de ce globe s'échappe par son ouverture supérieure, ou seulement par un petit canal que l'on a pratiqué dans le bouchon, & qui suffit pour laisser sortir & rentrer l'air atmosphérique à mesure qu'il est chassé par l'eau, ou qu'il se fait un vuide par l'absorption.

Cette machine est aussi ingénieuse qu'élégante, & on ne peut disconvenir qu'elle n'ait de très-grands avantages: l'opération n'exige aucune attention, on n'a point à se mouiller les doigts, l'air commun ne se mêle point au gas acide, ce gas éprouve de la part de l'eau une pression qui en favorise l'absorption; en soulevant les deux vaisseaux supérieurs, on fait sortir la portion de gas qui refuse de se combiner; l'ouverture en *m* donne la facilité de renouveller l'effervescence par l'addition de l'acide & de la matière calcaire, sans rien déplacer; le bouchon *n* sert de robinet pour tirer à volonté une quantité d'eau saturée sans interrompre l'opération; enfin cette méthode peut devenir encore très-expéditive, si on ajoute à cet appareil, suivant le conseil de M. Magellan, deux autres vaisseaux B & C qui puissent également s'adapter au collet du vaisseau A, parce qu'alors, au moyen d'un ou deux pieds de bois pour les porter, on a la facilité de les substituer les uns aux autres, & de les agiter fortement à mesure qu'on les enlève de dessus le pied de verre; car cette agitation est toujours nécessaire pour hâter l'absorption, & cette agitation n'est pas possible tant que les trois vaisseaux sont réunis, parce qu'elle exciteroit dans le vaisseau inférieur une effervescence tumultueuse qui feroit passer l'acide vitriolique dans l'eau. M. Magellan est parvenu de cette

manière à se procurer en moins d'un quart-d'heure deux masses d'eau très-chargée, tandis qu'il falloit auparavant près de douze heures pour en obtenir une dans ce même appareil.

M. Warltire a observé qu'en substituant au bouchon de crystal *f* un bouchon de liège portant un tuyau de verre courbé, dont l'extrêmité plonge dans un vase rempli de mercure, la *condensation* favorise l'absorption au point que l'eau pétille naturellement comme l'eau de seltz.

Il ne faut pas dissimuler cependant que le prix de cet appareil, sa fragilité, & la difficulté de trouver des ouvriers en état de l'exécuter, ou seulement de le réparer, en ont presque fait abandonner l'usage. C'est ce qui me détermine à faire connoitre ici celui dont on se sert au laboratoire de l'académie de Dijon, qui est beaucoup plus simple, très-peu dispendieux, qui suffit à tout, & dont une expérience habituelle & presque continue n'a fait que constater les avantages.

On choisit un grand matras A (*fig. 15, appareils pour les gas.*) de verre un peu fort, dont le col ait environ dix-huit pouces de longueur, & qui puisse contenir sept à huit pintes; l'ayant rempli de l'eau qu'on veut charger d'*acide méphitique*, on met la main à l'extrêmité de son col, de manière à contenir l'eau, & on le retourne dans la cuvette BB. Cette cuvette est de bonne fayance, ou encore mieux de poterie cuite en grais, il suffit qu'elle puisse contenir à peu près les deux tiers du matras. On la place d'avance sur une table dans l'angle d'une chambre, & on y verse de l'eau de la hauteur de deux pouces pour recevoir l'extrêmité du col du matras, à l'instant que l'on ôte la main, & afin que l'air atmosphérique ne puisse y pénétrer. Au fond de la cuvette est un morceau de bois C, qui n'y est fixé que par le poids même du matras. Cette planchette, d'un pouce d'épaisseur, doit être de sapin ou autre bois blanc qui ne communique rien à l'eau; elle est creusée dans le milieu d'une bonne ligne de profondeur pour recevoir le bout du matras, & l'empêcher de glisser; enfin elle porte du côté D une rainure ou entaille de toute son épaisseur, de quatre à cinq lignes de largeur, pour que le bout recourbé du siphon E puisse y couler librement, & être poussé jusques sous le col du matras.

Le matras ayant été retourné, comme je l'ai dit, dans l'eau de la cuvette, on fait glisser dessous la planchette, on le laisse pencher dans l'angle, où il se trouve suffisamment appuyé, & on introduit le siphon recourbé dans la rainure, après avoir mis dans le flacon F le mélange effervescent à l'ordinaire.

Cet appareil, indépendamment de sa simplicité, avantage qui lui est commun avec celui de M. Bergman (*fig. 9*) & de quelques autres Chymistes, en a un qui lui est particulier, & qui peut décider la préférence, c'est l'aisance qu'il donne pour l'agitation de l'eau avec le gas; & l'on a vu que cette agitation étoit absolument nécessaire, soit pour hâter l'absorption, soit pour achever la saturation. Quand le fluide élastique a déplacé l'eau d'à-peu-près le tiers ou la moitié de la boule du matras, on l'empoigne en C avec les deux mains, on l'éloigne du mur & on le secoue fortement sans déplacer le bout de dessus la planchette; par ce moyen, la plus grande partie du gas est promptement absorbée, on en fait passer de nouveau, en ajoutant dans le flacon de l'acide & de la craie, & en quelques minutes l'eau est saturée. Si on en veut avoir une plus grande quantité, on remet dans le matras, par le moyen d'un entonnoir, l'eau de la cuvette qui est déja elle-même très-chargée, on achève de le remplir de nouvelle eau, & on recommence l'opération. On peut ainsi obtenir en moins de trois heures 15 ou 18 pintes d'eau méphitisée.

Cet appareil pourroit être placé dans l'embrâsure d'une fenêtre, comme dans l'angle d'un appartement; mais il faut prendre garde qu'il ne soit pas exposé à l'impression de la lumière du soleil; on sait premièrement que l'eau se charge d'autant moins de cet acide qu'elle est à une température plus chaude; en second lieu, j'ai observé nombre de fois que dans cette position la cuvette & même la partie inférieure de la boule du matras se tapissoient en très-peu de jours d'une mousse verte qui donnoit à l'eau un coup d'œil désagréable. Ce phénomène ne doit plus étonner depuis les belles expériences publiées par M. Sennebier, qui prouvent que cette conserve végète avec d'autant plus de vigueur qu'elle reçoit plus facilement, en même temps, l'*acide méphitique* & les rayons de la lumière.

Tous ces procédés pour imprégner l'eau d'*acide méphitique* sont à la main du Chymiste dans tous les temps; il en est un qui n'a pas à la vérité le même avantage, mais qui peut être utile dans bien des occasions, & qui mérite par conséquent d'être connu.

On a vu qu'il s'élevoit des grandes masses de matière en fermentation, une quantité prodigieuse d'*acide méphitique* qui formoit à leur surface une couche distincte de l'air atmosphérique, il étoit bien naturel que l'on cherchât à en tirer parti. Le célèbre Priestley proposa d'abord de transvaser plusieurs fois de l'eau d'un bocal dans un autre au-dessus d'une cuve de bière, & par ce moyen l'eau se trouvoit réellement imprégnée à un certain point; mais cette manipulation étoit longue, embarrassante, & produisoit peu. M. le duc de Chaulnes imagina d'appliquer à cette opération une espèce de moussoir; voici la description qu'il donne de cet appareil.

On fait scier par son milieu un quart de muid tenant environ 70 pintes A (*fig. 16, appareils pour les gas*), on fait tourner un bâton long d'environ 2 pieds, traversé (à l'une de ses extrémites & parallèlement au fond du baquet, sur la longueur

d'environ 3 ou 4 pouces à différentes hauteurs) par quatre baguettes qui forment une étoile à huit rayons. Ces rayons sont eux-mêmes traversés verticalement au fond du baquet par des brins d'osier différemment inclinés de 6 pouces de longueur. Ce bâton est assujetti dans le bas par une pièce de bois fixe qui en reçoit l'extrémité en forme de tourillon, dans le haut par le collet pratiqué dans la traverse B; il est terminé par une poignée de bois C en forme de béquille.

Lorsqu'on veut se servir de cet instrument, on le remplit d'eau, & on le suspend par quatre cordes au-dessus d'une cuve de bière, de vin, de cidre, de poiré, ou autre liqueur en fermentation; plus on l'approche de la surface, & plus on est sûr de se trouver dans la couche de gas; il seroit même avantageux qu'il fût enfoncé dans la liqueur, ce qui peut se faire sans inconvénient; alors on tourne la poignée alternativement à droite & à gauche avec beaucoup de rapidité, l'eau se trouvant ainsi très-divisée, se charge facilement de gas méphitique, que son poids entraine à sa surface; ce mouvement favorise tellement l'absorption qu'il ne faut que peu de minutes pour saturer toute la masse cylindrique du baquet.

En suivant cette méthode, il n'y a pas à craindre, comme le remarque très-bien M. le duc de Chaulnes, que l'eau soit altérée par l'acide vitriolique, ni par la craie. Elle procure d'ailleurs une quantité considérable d'eau gaseuse, & aux moindres frais possibles, c'en est assez pour la recommander toutes les fois qu'on se trouve à portée d'une brasserie.

On peut encore charger l'eau d'acide méphitique en le retenant dans la dissolution même où il se dégage: tel étoit le procédé de M. Venel pour l'imitation des eaux de Seltz; il introduisoit dans une pinte d'eau deux gros de sel de soude & pareille quantité d'un acide muriatique qu'il savoit devoir donner, à cette dose, le point de saturation; il faisoit la combinaison dans un vase à col étroit, il disposoit même les matières en sorte, qu'elle ne pussent se mêler qu'après que le flacon étoit exactement bouché; & forçoit ainsi le gas qui se dégageoit de la soude pendant sa combinaison avec l'acide muriatique, à s'unir avec l'eau.

J'ai indiqué dans les cours de l'académie de Dijon, un procédé fort analogue pour obtenir, sans appareils, une eau gaseuse, martiale, très-légèrement saline; il consiste à mettre dans une pinte d'eau 8 grains de vitriol de fer bien pur, & surtout exempt de cuivre, & 5 grains de magnésie méphitisée; on agite la bouteille, on la met à la cave, renversée sur son bouchon pendant 12 heures, & on décante le lendemain pour séparer la terre ferrugineuse qui n'a pas été dissoute. Il ne reste alors dans cette eau que 9 grains de vitriol de magnésie ou sel d'Epsom, & une petite portion de fer tenu en dissolution par l'acide méphitique.

Enfin M. le docteur Hulme a publié à Londres en 1778, un nouveau procédé fondé sur le même principe: il dissout dans une certaine quantité d'eau, de la potasse (sans doute méphitisée & non caustique) il verse cette eau doucement dans une égale quantité d'eau dans laquelle il a mis autant d'acide vitriolique qu'il est nécessaire pour saturer toute la potasse; l'alkali & l'acide très-divisés, font en se rencontrant, une effervescence presque insensible, & le gas qui se dégage, se trouve sur le champ intimement mêlé avec l'eau.

Il faut observer, par rapport à ces trois derniers procédés, qu'ils ne donnent jamais qu'une eau foiblement chargée, parce que, comme je l'ai observé d'après l'expérience de M. Bergman, la dissolution s'arrête quand l'espace manque à un certain point au fluide gaseux pour recouvrer son élasticité, & qu'il se dissipe presque instantanément, si les vaisseaux ne sont pas fermés. D'ailleurs une eau ainsi préparée, tient nécessairement une petite portion de sel neutre, ce mélange peut être indifférent, quelquefois même utile pour les usages médicinaux; mais la première règle en chymie est de n'opérer que sur des matières absolument pures.

Après avoir décrit avec tous les détails nécessaires les procédés les plus avantageux pour retirer l'*acide méphitique* de diverses matières, & le recueillir, soit en état de gas, soit sous forme aqueuse; il est temps d'expliquer sa nature & son origine.

§. III. *De la nature & de l'origine de l'*acide méphitique.

Les questions qu'a fait naître la découverte de ce nouveau principe sont aussi multipliées que difficiles à résoudre; elles ont ébranlé un grand nombre d'opinions reçues, elles intéressent presque toutes les sciences & tous les arts, elles tiennent à la physique de tous les êtres; en un mot, elles ont si fort aggrandi l'espace où l'esprit humain peut promener ses conjectures avec l'espérance d'atteindre à quelque vérité, qu'elles semblent plutôt appartenir à l'ensemble de la philosophie naturelle, qu'à une de ses branches: mais la chymie seule peut achever ce qu'elle a commencé, ce n'est que par ses expériences exactes que l'on peut asseoir sur une base solide, les théories qui doivent résulter de l'examen de ces grands problèmes, & ils rentrent par-là dans son domaine.

Ces questions peuvent se réduire à cinq chefs principaux qui embrassent tous les autres dans leurs divisions. 1°. *Ce fluide aériforme est-il véritablement un acide?* 2°. *Est-il le principe acide universel?* 3°. *Existe-t-il tout formé dans tous les corps dont on peut le retirer?* 4°. *Peut-il être décomposé & ramené à un état plus simple?* 5°. *Quels sont ses rapports nécessaires & immédiats avec la théorie de la calcination, de la combustion, de la végétation, de la respiration*

& de la fermentation? Je ne me diſſimule pas que c'eſt ici un des articles les plus difficiles de la tâche que j'ai à remplir pour expoſer l'état de nos connoiſſances en chymie, que malgré les travaux des Prieſtley, des Lavoiſier, des Bergman, des Fontana & d'un grand nombre d'autres phyſiciens célèbres, je pourrai à peine raſſembler ſur tant d'objets, quelques rayons épars d'une lumière encore incertaine, que je trouverai ſouvent les plus fortes raiſons de douter à côté des conjectures les plus probables, & qu'en ne me bornant pas à la ſimple fonction d'hiſtorien de leurs opinions, je m'engage peut-être témérairement dans ce labyrinthe que leurs obſervations ſavantes ont préparé à la curioſité de notre eſprit, avant que le fil nous ait été donné pour en ſortir; mais l'intérêt de la ſcience nous preſſe de relier tous ces faits à un ſyſtême qui les concilie, & la diſpoſition à l'abandonner à la première objection ſolide, eſt tout ce qu'exige de nous l'amour de la vérité.

I. *Le fluide élaſtique* que l'on peut recueillir par les divers procédés que je viens d'expoſer, *eſt véritablement un acide propre de ſon genre :* ce premier point n'eſt pas difficile aujourd'hui à établir l'accord de tous les Chymiſtes de tous les pays, a vaincu la réſiſtance opiniâtre de ces hommes qui, ſans principes comme ſans jugement, ſe permettent de nier tout ce qui ſort de la ſphère étroite de leurs idées, & qui ſe chargent ainſi, à l'époque de chaque découverte, de payer à l'humanité le tribut humiliant d'une docilité aveugle aux préjugés de l'ignorance. Les preuves de l'acidité de ce gas ſont ſi nombreuſes & ſi déciſives, qu'on ne ſauroit trop s'étonner qu'elles n'aient pas plutôt déſillé tous les yeux.

Ce gas eſt conſtamment le même, de quelque matière & par quelque procédé qu'il ait été retiré lorſqu'il a été purifié; il eſt le même ſur-tout, lorſqu'on le dégage par le feu ſans acide, ou par les acides ſans feu; donc il n'emprunte pas de ces agens, les qualités par leſquelles nous le jugeons eſſentiellement acide.

Uni à l'eau, il la rend acidule & piquante.

Il altère en rouge l'infuſion de tourneſol, & cette altération diſparoit à meſure qu'il ſe diſſipe, nouvelle preuve que ce n'eſt pas un acide étranger qui lui communique cette vertu; la chymie n'en connoit point d'auſſi fugace.

M. Bergman a obſervé qu'une partie d'eau méphitiſée pouvoit rougir ſenſiblement 50 parties d'une infuſion délayée au point de ne conſerver que la teinte bleue; il remarque très-bien que s'il ne rougit pas auſſi le papier coloré par cette infuſion, c'eſt que rien ne s'oppoſe à ſa volatiliſation; que s'il ne fait aucune impreſſion ſur le ſirop de violettes, le vinaigre n'en fait point ſur le papier à ſucre, & l'acide vitriolique lui-même aucune ſur la ſécule de l'indigo.

Ce gas attire puiſſamment les alkalis, les ſature, leur ôte leur cauſticité, les rend cryſtalliſables & moins ſolubles.

Il conſtitue de vrais ſels avec les terres barotique, calcaire & magnéſienne.

Il diſſout pluſieurs terres métalliques.

Il décompoſe les hépars & les diſſolutions alkalines.

Enfin, dans ces différentes combinaiſons, il garde conſtamment cet ordre d'affinités que nous préſentent les autres diſſolvans acides.

Je ne fais qu'indiquer ici ces phénomènes, ſur leſquels je ſerai obligé de revenir; il réſulte de cette ſimple expoſition, qu'il réunit en effet les principaux caractères d'un acide. La forme de gas, ſous laquelle nous l'avons d'abord obtenu, ne peut plus répugner à l'idée que nous avons des propriétés eſſentielles des ſubſtances de cette claſſe, puiſque les acides vitriolique & muriatique, peuvent être réduits eux-mêmes en état de gas: à la vérité, leur abſorption par l'eau eſt beaucoup plus rapide; mais ce n'eſt point l'intenſité de l'effet qui décide la convenance de propriété, ainſi l'objection ne ſert qu'à confirmer l'analogie.

II. *L'acide méphitique eſt-il le principe acide univerſel?* Il exiſte dans tant de corps, il eſt ſi abondamment répandu dans les trois règnes de la nature, qu'il n'eſt pas ſurprenant que l'on ait été porté à le conſidérer comme le diſſolvant le plus ſimple & le principe de toute acidité; d'autant plus que l'on commençoit à douter que l'acide vitriolique fût réellement l'acide univerſel, comme on l'avoit cru long-temps d'après Stahl, & qu'il paroiſſoit néceſſaire de remettre quelque choſe à la place de cette hypothèſe.

Les premières expériences faites avec l'appareil pneumato-chymique ſur les acides végétaux & animaux, ſembloient fournir des preuves directes de ce ſyſtême. M. Bertholet ayant expoſé à l'action du feu l'acide tartareux dégagé par l'acide nitreux & l'acide acéteux, ſaturé d'alkali végétal, obtint par la décompoſition de ces acides une quantité conſidérable de gas méphitique.

M. Fontana examina en 1778, pluſieurs ſubſtances animales & végétales, dans la vue de reconnoitre la nature de leur acide; il trouva que l'acide formicin ſe réduiſoit tout entier en gas méphitique par l'action du feu, qu'il en étoit de même des acides tartareux, acéteux, citronien, ſaccharin, du lait, des ſels eſſentiels, des gommes, des réſines, &c. Il conclut que *les acides qui ſe trouvoient dans ces corps n'étoient qu'un ſeul & même acide, & que cet acide n'étoit que du pur air fixe*, ou acide méphitique; n'exceptant de cette concluſion que l'acide phoſphorique, *parce qu'il ne ſavoit pas encore le décompoſer.*

M. Prieſtley avoit obtenu, dès ſes premiers eſſais, une grande quantité de gas méphitique pendant la diſſolution du fer dans l'acide nitreux, & du mêlange de cet acide avec l'eſprit de vin; il traita depuis à la diſtillation l'acide vitriolique lui-

même, soit avec l'esprit de vin, soit avec l'éther déja formé; la plus grande partie des produits aériformes fût encore de l'*acide méphitique*, & il crut ne pouvoir douter que l'acide vitriolique aussi bien que l'acide nitreux se *convertissoient* en cette espèce de gas.

Cette conversion pouvoit aussi bien être regardée comme une composition nouvelle, que comme le produit de la résolution de ces acides minéraux en leurs parties constituantes: M. Priestley avoit adopté la première opinion, & formellement déclaré que l'*acide méphitique* étoit une *substance factice*; M. Landriani supposa également que cet acide pouvoit être formé par composition d'une substance plus simple, telle que l'air vital; mais ayant vérifié par lui-même que les acides vitriolique, nitreux, muriatique, arsenical, phosphorique & acéteux fournissoient constamment de l'*acide méphitique*, & en quantité, pendant leur distillation avec l'esprit-de-vin, il jugea que cet acide gaseux étoit probablement l'acide primitif élémentaire, en un mot, l'*acide universel*.

Le célèbre Fontana est revenu sur cette question importante dans quelques-uns de ses derniers ouvrages: il assure (dans un opuscule sur les principes de la solidité & de la fluidité des corps) que ce gas contient du phlogistique & un acide foible & subtil différent de tous les autres acides. Enfin, dans sa lettre au D^r. Murrai, il rappelle ses premières expériences sur plusieurs acides végétaux & animaux, *que les chymistes croient tout-à-fait différens entr'eux*, il s'appuie sur-tout de celle par laquelle il a réduit *entièrement* l'acide nitreux en *air simple*, & paroît être disposé à admettre comme une hypothèse très-probable, que l'*air fixe* ou gas méphitique *est l'acide universel tant cherché par les anciens chymistes*, & qu'elle sera portée au dégré d'évidence nécessaire, quand il sera prouvé que tous les autres acides se réduisent *entièrement* en air.

Les principes que j'ai établis à l'article ACIDE me serviront ici à résoudre cette question: j'ai pu dire, il y a quelques années, en parlant de l'acide des fourmis, qu'il ne seroit pas surprenant que l'on parvînt *à prouver qu'il n'étoit composé que d'air fixe, & d'une légère portion d'huile animale*; l'observation de Margraff, que la potasse séparée de cet acide, par le feu, avoit fourni des crystaux non déliquescens, ne me mettoit pas dans le cas de porter mes vues plus loin. Mais lorsque je me fus assuré que l'*air pur* étoit partie constituante de l'acide nitreux *en tant qu'acide*, que l'air étoit absorbé & fixé par l'acide vitriolique dans la combustion du soufre, que l'air se fixoit de même & devenoit partie constituante de l'acide phosphorique pendant la combustion du phosphore; lorsque j'eus réfléchi enfin que ces combustions ne se faisoient réellement que par l'air pur ou déphlogistiqué, que nous sommes convenus d'appeller aujourd'hui air vital; ce ne fût plus de l'air fixe, mais de l'air lui-même que j'osai former la conjecture, qu'il *entroit comme partie constituante dans la composition de tous les acides, qu'il étoit véritablement l'acide universel, l'élément acide*. (Elémens de chymie de l'académie de Dijon, tome I, page 312; tome II, page 20; & tome III, page 108. Notes sur les opuscules de M. Bergman, tome I, page 66.

L'attention que j'ai eue de rapporter l'opinion de M. Fontana dans ses propres expressions, peut faire juger que ce physicien célèbre n'est nullement décidé à attribuer cette qualité d'acide primitif & universel, exclusivement à l'*air fixe*, puisqu'il lui substitue assez souvent l'expression simple d'*air*; & l'on verra dans la suite de ce paragraphe combien ses recherches ont répandu de lumières sur la véritable nature de l'*acide méphitique*.

Que l'on se rappelle présentement les belles expériences que j'ai déja citées de M. Lavoisier, & on n'hésitera pas de conclure avec lui que l'air vital est le vrai principe acidifiant commun; dès-lors l'*acide méphitique*, loin d'être l'acide universel, ne sera plus lui-même qu'un être secondaire, composé comme les autres de ce principe acidifiant commun. S'il est possible qu'il contribue à la formation d'un acide différent, ce ne sera plus lui tout entier, mais seulement son principe acidifiant séparé de la base qui le constituoit *acide méphitique*. C'est ainsi que l'on doit entendre sans doute cette proposition de M. Ingen-Housz, que l'*acide aérien ou air fixe peut se changer en tout autre acide*; car quoiqu'il ne soit pas démontré impossible qu'il existe un surcomposé acide, qui admettroit à la fois & la base actuelle du principe acidifiant dans l'*acide méphitique*, & une troisième substance qui en changeroit toutes les propriétés, je ne vois jusqu'à présent aucune preuve d'une pareille surcomposition.

Je pourrois au contraire réunir ici plusieurs autres faits qui tendent à confirmer ce point de théorie que l'*acide méphitique* est formé de l'air vital, comme principe acidifiant; mais ces faits appartiennent plus essentiellement à d'autres questions qui méritent un examen particulier; le lecteur saura bien les rapprocher, & il ne lui échappera pas que cet accord, dans les résolutions de problèmes si différens, est un des signes les moins équivoques de la vérité.

III. L'acide méphitique *existe-t-il tout formé dans les corps dont on le retire?* Il y a certainement un grand nombre de substances dans lesquelles il existe actuellement dans le même état de composition, pourvu des mêmes propriétés que nous avons reconnues dans le fluide aériforme recueilli sous les récipiens de nos appareils; de sorte que l'on ne fait réellement que le dégager, que le remettre en liberté, comme on sépare tout autre acide complet de la base à laquelle il étoit uni, en présentant à cette base une substance avec laquelle elle ait plus d'affinité.

Il faut d'abord mettre dans cette classe l'*eau* que

nous disons absorber ce gas, qui ne s'unit à lui que parce qu'ils se dissolvent réciproquement, dans la rigueur de l'expression chymique ; qui le laisse ensuite aller tel qu'elle l'a reçu, lorsqu'on l'expose à l'action de la chaleur, lorsqu'elle passe à l'état solide de la congélation, ou seulement lorsque par la cessation de la pression de l'air athmosphérique, la volatilité de ce gas acquiert une force capable de vaincre la force avec laquelle il est attiré par l'eau.

On ne peut encore révoquer en doute qu'il n'existe tout formé dans la *terre calcaire* & les alkalis crystalisés ; quand on fait passer cet acide en gas dans l'eau de chaux, ou qu'on y verse de l'eau méphitisée, il se forme sur le champ un précipité qui n'est plus dissoluble dans l'eau pure, qui a acquis la propriété qu'il n'avoit pas auparavant de fournir le même gas acide, lorsqu'on le décomposera par un acide plus fort ; on n'a donc fait dans la première opération que procurer la combinaison de l'acide gaseux avec une base ; on ne fait dans la seconde que rompre cette union, & remettre en liberté cet acide, tel qu'il étoit avant la combinaison ; ces phénomènes sont exactement les mêmes que ceux que présentent tous les autres acides avec les mêmes bases. Pour pouvoir méconnoitre ici cette marche commune à tous les sels neutres, il faudroit donc d'abord imaginer une hypothèse nouvelle qui expliqueroit d'une manière différente pourquoi l'action de ces deux principes se trouve si fort émoussée, pourquoi leurs propriétés se trouvent changées précisément comme celles de toute autre matière saline dans l'acte de la neutralisation ; il faudroit supposer encore qu'il se recompose toujours à l'instant du dégagement, de quelque nature que soit l'agent qu'on emploie pour le produire : il n'y a jusqu'à présent ni preuve ni probabilité d'aucune de ces suppositions, on ne doit donc pas hésiter d'admettre comme une vérité incontestable que l'acide existe tout formé, soit dans la terre calcaire naturelle, soit dans celle que l'on a régénérée après sa calcination, par l'addition de ce même acide.

Ce que je viens de dire du *calce* s'applique également au *barote*, à la *magnésie* & aux trois *alkalis*, qui éprouvent les mêmes changemens en s'unissant à cet acide, & à qui on peut l'enlever à volonté tel que l'on leur a donné.

Il y a plus de difficulté par rapport aux *chaux métalliques* : plusieurs de ces chaux s'unissent très-bien à cet acide, d'autres se refusent absolument à cette combinaison ; il y en a, telles que les chaux de plomb, de zinc, &c. qui n'en fournissent pas un atôme pendant leur dissolution dans les acides, quand elles sont récentes, qui, après avoir été exposées à l'air, annoncent sa présence par une effervescence très-sensible ; il y en a enfin, comme la chaux de mercure, & peut-être de tous les métaux parfaits, qui ne sont susceptibles de donner le gas méphitique que par certains procédés, dans de certaines conditions, hors desquelles elles ne donnent que de l'air vital. En réfléchissant sur ces faits que je ne puis qu'indiquer ici, parce qu'ils seront développés ailleurs, on sentira que la première conséquence nécessaire à en tirer est que le gas *acide méphitique* n'est nullement essentiel à l'état de ces chaux, comme il l'est au calce & aux alkalis dulcifiés ou non caustiques. On en conclura en second lieu que celles de ces chaux qui font effervescence avec les acides, en tiennent actuellement de tout formé ; de quelque manière qu'elles l'aient reçu. Quant à celles qui n'en fournissent que par certains procédés, on sera sans doute porté à croire qu'il n'existoit pas tout formé, qu'il a été produit dans l'acte du dégagement ; cette opinion acquerra déja une assez grande vraisemblance, lorsque l'on considèrera en même temps qu'il est bien difficile que le gas méphitique se masque, quand la base où on le suppose engagé est reprise par un autre acide ; que les métaux ne se calcinent pas dans le gas méphitique ; que les terres métalliques, ayant une analogie marquée avec les acides, ne peuvent recevoir comme eux que de l'air vital le caractère qui les rapproche ; en un mot, que ces chaux ne pouvant être présumées tenir à la fois l'air vital & le gas méphitique, ni fournir exclusivement l'un des deux, suivant les divers procédés de dégagement, on seroit conduit naturellement à supposer avec bien moins de fondement la conversion de l'*acide méphitique* en air vital. Ne nous pressons pas cependant d'adopter une conclusion aussi importante que cette formation de l'*acide méphitique*, jusqu'à ce que nous ayons vu s'il n'y a pas d'autres phénomènes qui tendent à l'établir.

Après les chaux métalliques viennent les *acides* que nous devons à leur tour considérer sous ce nouveau point de vue : ce ne sont pas seulement les acides végétaux & animaux qui se convertissent en *acide méphitique* ; les acides minéraux en donnent également lorsqu'on les traite avec l'esprit-de-vin ou l'éther, il n'est pas possible de soupçonner qu'il existe tout formé dans la composition de ces deux fluides. M. Fontana a converti l'acide nitreux lui-même tout entier en gas méphitique, & c'est celui dont on peut affirmer avec plus de confiance qu'il tient actuellement de l'air vital, parce que l'action seule du feu le dégage du nitre ; M. Landriani a fait voir que l'acide arsenical traité avec la chaux, les fleurs de zinc, &c. donnoit de l'air vital aussi pur que l'acide nitreux ; & ce même acide a subi comme les autres la conversion en gas méphitique dans le procédé de l'Ether : voilà donc cette fois la formation de l'*acide méphitique* suffisamment prouvée, on peut donc le retirer des corps où il n'existoit pas, il peut se composer enfin dans l'acte du dégagement, lorsqu'il se rencontre à la fois de l'air vital principe *acidifiant* commun, & un autre principe que je nomme *base acidifiable* du gas méphitique, lorsque l'un ou l'autre ne sont pas forcés de céder à une affinité supérieure, &

que toutes les circonstances concourent à favoriser cette combinaison. Cette vérité, dont le célèbre Fontana a eu la première idée, dont la probabilité m'avoit frappé long-temps avant qu'on eût rassemblé tous les faits qui l'établissent, devient une clef importante pour arriver à la solution des phénomènes les plus difficiles.

Il me reste à examiner présentement si l'*acide méphitique* existe ou non tout formé dans l'*air commun*. L'eau de chaux, exposée par-tout à l'air libre, fournit de la crème de chaux; la chaux elle-même s'y éteint & devient insoluble, les alkalis y perdent leur causticité, y recouvrent la propriété de faire effervescence avec les acides; & ces effets se produisant en tout temps, en tous lieux, il semble que l'on ne puisse s'empêcher d'en conclure avec M. Bergman qu'il y a toujours dans l'atmosphère une grande quantité d'*acide méphitique* libre, ou du moins, comme il le dit ailleurs, que l'*acide méphitique* est un des principes prochains de l'air atmosphérique. Une expérience très-ingénieuse de M. Priestley paroit encore appuyer cette conclusion: il remplit de mercure un tube de verre courbé en arc, le retourne dans deux vases aussi remplis de mercure, de manière que les extrêmités des deux branches plongent dans ce fluide, & il fait passer dans ce tube de l'air commun & quelques gouttes d'infusion de tournesol qui s'élèvent dans la partie supérieure, & déplacent le mercure: tout étant ainsi disposé, il fait communiquer le mercure d'une des branches au conducteur d'une machine électrique, & chargeant ce conducteur, produit de fortes étincelles dans la partie du tube occupée par l'air commun: après quelques minutes la liqueur s'élève un peu dans chacune des branches, & prend une nuance rouge, qui disparoit à l'air libre. Si au lieu d'infusion de tournesol on y met de l'eau de chaux, elle se trouble & donne un précipité qui fait effervescence avec les acides. L'air qui reste éteint le feu, tue les animaux, n'est point diminué par le gas nitreux, c'est-à-dire qu'il a les caractères de ce que nous appellons air nuisible ou phlogistiqué.

Pour vérifier si ces phénomènes étoient dûs à la seule déflagration du fluide électrique, M. Priestley a transporté cet appareil sous le récipient de la machine pneumatique, il a dilaté la bulle d'air enfermée dans le tube jusqu'à ce qu'elle eût fait sortir toute l'infusion de tournesol qui avoit été altérée en rouge, il a remis ensuite de nouvelle infusion à la même hauteur qu'auparavant, & pour lors elle n'a reçu aucune altération des plus fortes décharges électriques. Delà le célèbre physicien anglois a tiré la conséquence que l'étincelle électrique ne faisoit dans ces circonstances que décomposer l'air commun, & *précipiter* l'*acide méphitique* qu'il contenoit essentiellement.

J'ai annoncé, dans mes notes sur la première dissertation de M. Bergman, que je ne regardois point cette conséquence comme nécessaire, qu'il résultoit seulement de l'experience qu'il se produisoit de l'*acide méphitique* par la déflagration électrique dans l'air commun, de même que par la combustion, & que lorsqu'une quantité d'air déterminée avoit été une fois exposée à cette déflagration, le fluide aériforme qui restoit n'étoit plus susceptible de produire le gas acide par le moyen de nouvelles étincelles électriques. En effet, si on considère l'air commun comme un composé d'air vital, d'air nuisible & d'*acide méphitique*, il est évident qu'il n'y a pas dans cette expérience une simple résolution du composé en ses parties, puisque l'air vital n'y existe plus. Qu'est donc devenue cette portion de l'air atmosphérique qui étoit respirable, qui auroit été susceptible de diminution avec le gas nitreux avant cette opération? il faut bien qu'elle ait perdu ses propriétés par quelque combinaison. Il est déja très-probable que c'est cette combinaison nouvelle qui a produit l'*acide méphitique*, puisqu'on n'avoit auparavant aucune indice de sa présence actuelle dans l'air commun, puisqu'il ne se manifestoit par aucune de ses propriétés, puisqu'enfin il suffit que l'air commun soit privé de tout air vital pour qu'il ne se forme plus d'*acide méphitique*, toutes les autres circonstances de l'expérience restant les mêmes.

On voit que cette explication portoit sur deux bases, 1°. la disparution de la portion d'air vital, existant nécessairement dans l'air atmosphérique, c'étoit un fait avoué: 2°. la conversion de cet air vital en *acide méphitique*. Ce second point n'étoit encore que vraisemblable, parce qu'il étoit possible que cet air vital n'eût fait que d'augmenter la portion d'air nuisible, & que dans cette supposition les partisans du systême de M. Priestley se trouvoient tout aussi fondés à soutenir que ces déflagrations électriques n'avoient cessé de produire de l'*acide méphitique*, que parce que la masse d'air en avoit été complettement épuisée par la première précipitation. Il s'agissoit donc, pour écarter tous les doutes, de prouver que dans cette opération l'air vital concouroit matériellement à la production de l'*acide méphitique*, je vis qu'il seroit facile de s'en assurer en faisant des décharges électriques dans l'air vital pur, au lieu d'air atmosphérique, & j'indiquai cette expérience comme devant produire la lumière que l'on désiroit pour la résolution de ce grand problême.

Cette expérience a été faite par M. Landriani, elle n'a point trompé mes espérances; avant que d'en faire connoître les résultats, je donnerai la description de son appareil plus simple & beaucoup plus commode que celui de M. Priestley.

Il prend un tuyau de verre AC (*fig. 17 des appareils pour les gas*) ouvert aux deux bouts; il mastique, à l'une de ces extrémités, une boule de métal B portée par un gros fil de fer dont une partie entre dans la cavité cylindrique; il remplit ce tuyau de mercure par l'ouverture C, & mettant le doigt dessus, il la retourne dans la cuvette D également remplie de mercure & l'enfonce quelques

ques lignes au-dessous de son niveau. On le maintient facilement dans cette position, en l'attachant sur le petit montant de bois E qui est fixé dans le support de la cuvette, & creusé en rainure sur la face qui s'avance vers le milieu de la cuvette. C'est dans ce tube que M. Landriani introduit l'air dans lequel il veut faire passer l'électricité, de manière qu'il fasse descendre le mercure, par exemple, jusqu'en F; alors il décharge plusieurs fois de suite une grosse bouteille de leyde à travers cette couche d'air. Cela fait, il bouche de nouveau l'orifice C du tuyau avec le doigt, il le porte ainsi bouché dans l'eau de chaux ou dans l'infusion de tournesol; en retirant un peu le doigt, il laisse tomber quelques globules de mercure, & ces liqueurs s'élèvent à l'instant dans le tuyau à la hauteur où étoit le mercure.

C'est dans cet appareil que M. Landriani a exposé à l'action du feu électrique l'air vital tiré du précipité rouge; il y a ensuite introduit de l'eau de chaux qui est devenue laiteuse, de l'infusion de Tournesol, qui a passé au rouge. L'effet a été le même lorsqu'il a employé l'air vital retiré du turbith minéral lavé, celui qu'on obtient du mercure précipité de couleur de brique, de la précipitation du muriate mercuriel corrosif par l'alkali caustique, l'air vital dégagé des fleurs de Zinc saturées d'acide arsénical, & celui que fournit l'acète mercuriel.

Un de mes confrères de l'académie de Dijon (M. l'abbé Bertrand), a bien voulu répéter encore cette expérience à ma prière, avec une très-forte machine électrique, & en prenant toutes les précautions possibles pour en assurer le résultat; il s'est servi d'air vital tiré du nitre & lavé plusieurs fois dans l'eau de chaux, pour qu'on ne pût soupçonner qu'il y eût la moindre partie d'*acide méphitique*; à chaque décharge, l'intérieur du tube se tapissoit d'une chaux de mercure, dont la calcination produite par l'intensité du feu électrique étoit encore favorisée par la présence de l'air vital, & après un certain nombre de déflagrations, l'eau de chaux & l'infusion de Tournesol introduites dans cet air vital, manifestèrent par leur altération la production de l'*acide méphitique*.

Cette expérience fournit donc la preuve démonstrative que l'air vital est partie constituante de l'*acide méphitique*, qu'il est réellement converti en cet acide dans des opérations où on n'emploie pas d'air commun; il n'y a dès-lors aucune raison de croire que cet acide existe tout formé dans l'air commun.

Ce n'est pas cependant le seul fait qui puisse servir à appuyer cette conclusion. M. Lavoisier a traité 1 once de précipité *per se* avec 48 grains de charbon, & au lieu d'air vital, il en a retiré un gas qui avoit toutes les propriétés de l'*acide méphitique*. M. Priestley ayant persisté à soutenir que cette expérience ne prouvoit pas la conversion de l'air vital en *acide méphitique*, parce qu'il n'y avoit dans le produit que la portion d'*acide méphitique* que devoit naturellement fournir le charbon, M. Landriani a répété cette expérience avec la précaution de déterminer d'abord ce que la quantité de charbon employée pouvoit produire seule par l'action d'un feu violent, & il a reconnu que le gas acide produit par le charbon seul, ne faisoit pas la septième partie de celui qu'il donnoit avec la chaux de mercure, d'où il conclut qu'une portion d'air vital a été saisie par le phlogistique dans le moment de sa formation & s'est convertie en *acide méphitique*.

Si on agite du plomb & du mercure dans une phiole remplie d'air vital, il y aura une diminution très-sensible; une partie du plomb se calcinera pendant que le surplus passera à l'état d'amalgame, & on pourra dégager de cette chaux, une quantité d'*acide méphitique*, qui sera formée nécessairement de l'air vital, puisqu'il n'y en a ni dans le mercure ni dans le plomb. Si l'on fait cette expérience dans l'air commun, il y a encore diminution de $\frac{1}{4}$ de la masse d'air; j'ai observé la même diminution en faisant passer des éteincelles électriques dans un vase rempli d'air commun, & enduit intérieurement de l'alkali caustique, pour le faire crystalliser à la manière de M. le Comte de la Cépède: il faudroit donc qu'il y eût un quart d'*acide méphitique* dans l'air commun, & le célèbre Kirwan prouve très-bien que cela n'est pas possible. 1°. Si cela étoit, les $\frac{3}{4}$ restans seroient de l'air vital, & alors le poids absolu d'un mélange de $\frac{3}{4}$ d'air vital & de $\frac{1}{4}$ d'*acide méphitique* devroit égaler à-peu-près le poids absolu d'un pareil volume d'air commun; or, dans le fait, il s'en faut beaucoup que cela se rencontre: quatre pouces d'air commun ne pèsent que 1,54 grains, & le mélange de 3 pouces d'air vital, & d'un pouce d'*acide méphitique*, pèse 1,83 grains. 2°. M. Kirwan a mêlé, en vaisseaux clos, une partie d'*acide méphitique* avec vingt parties d'air vital, l'acide s'est manifesté sur le champ par le précipité qu'il a occasionné dans l'eau de chaux; il en a été de même lorsqu'il a substitué de l'air nuisible ou phlogistiqué à l'air vital, & l'air commun n'a pas produit le moindre nuage. 3°. Ce physicien a ajouté successivement six mesures de gas nitreux à deux mesures d'air vital tiré de la chaux de mercure par le feu, ou précipité *per se*, après chaque addition il a passé le mélange à l'eau de chaux nouvellement faite, & chaque fois il a trouvé la chaux précipitée, jusqu'à ce que tout l'air eût été réduit à $\frac{1}{10}$. Je ne puis adopter absolument la conséquence qu'il en tire, qu'il y a eu $\frac{9}{10}$ de l'air vital converti en *acide méphitique*, parce que je ferai voir ailleurs qu'une partie de cet air a contribué à régénérer l'acide nitreux; mais la précipitation de l'eau de chaux ne laisse aucun doute sur la formation d'une portion d'*acide méphitique*, qui ne préexistoit ni dans l'air vital ni dans le gas nitreux.

Remarquons que M. Priestley paroît lui-même donner aujourd'hui moins de confiance à l'hypothèse de la séparation de l'*acide méphitique* de l'air commun; car, après avoir annoncé dans le troisième

volume de ses nouvelles observations que l'on pourroit évaluer, d'après quelques expériences, *l'air fixe naturellement contenu dans l'atmosphère à un cinquième de la masse entière*, il convient que dans d'autres procédés phlogistiques, tels que la réaction humide du soufre sur le fer, le mélange d'air commun & d'air inflammable mis en feu, &c. la diminution de l'air commun étoit aussi considérable *sans aucune apparence d'air fixe*; & dans son résumé des propriétés des airs, il ne se sert plus que de ces expressions: l'air fixe *semble* être précipité de l'air commun par la combustion des substances inflammables; remarquons que le savant professeur d'Upsal n'est plus éloigné d'admettre que l'*acide aérien* s'engendre d'air vital & de phlogistique, depuis qu'il est instruit que M. Priestley en a retiré ⅞ du précipité *per se*, en ajoutant dans l'opération de la limaille de fer; rappellons enfin, que le célèbre Fontana avoit dès long-temps écrit dans ses recherches sur l'air nitreux, que *l'air fixe* ou acide méphitique *n'étoit autre chose dans son origine que l'air commun dénaturé par le phlogistique*; & n'hésitons plus de regarder comme un principe appuyé sur des faits décisifs, & qui ne peut manquer d'être bientôt généralement accordé, qu'il n'existe pas essentiellement de l'*acide méphitique* tout formé dans l'air commun, que la partie respirable de cet air contribue à sa production, ainsi que de tous les autres acides, en un mot, qu'il se compose par l'union de cet air pur, avec une base phlogistique *acidifiable* fournie par les autres substances.

Cela posé, il n'y a plus de difficulté à expliquer ce qui se passe dans le grand nombre d'opérations où l'air commun est diminué & l'*acide méphitique* produit en quantité. Si on expose à l'air libre de la chaux, ou un alkali caustique, il pourra arriver, sans doute, que cet air tienne accidentellement de l'*acide méphitique* tout formé, & ces substances s'en empareront, en vertu de l'affinité qu'elles ont avec ce fluide; mais si l'air n'en tient pas une quantité suffisante pour éteindre complettement la chaux, pour saturer les alkalis, ce qui est le cas le plus ordinaire, alors la partie pure ou respirable de cet air se convertira à la longue en *acide méphitique*, en s'unissant au phlogistique que lui céderont ces terres & sels caustiques. Nous verrons que le même effet a lieu, soit dans la combustion, soit dans la calcination des métaux, avec cette différence, que ces deux opérations sont plutôt arrêtées que favorisées par l'*acide méphitique* existant accidentellement dans l'athmosphère, & que dans la dernière, c'est l'air vital lui-même qui se fixe & reste en combinaison avec les terres métalliques pour ne prendre la forme d'*acide méphitique* que dans l'acte du dégagement.

Au surplus toutes ces opérations se rapprochent encore en un point important, c'est que ces compositions & décompositions ne s'effectuent qu'autant qu'il se trouve une substance disposée à recevoir le phlogistique surabondant; c'est pour cela que la chaux ne s'éteint pas dans l'*acide méphitique* pur, que les métaux ne s'y calcinent pas, quoique leurs terres soient en général très-susceptibles de s'unir à ce principe; ainsi la présence de l'air vital est toujours nécessaire, & l'échange de bases résultant de deux affinités simultanées, devient ici, comme en tant d'autres occasions, la cause déterminante des principaux phénomènes.

IV. Pour completter cette discussion sur la nature & l'origine de l'*acide méphitique*, il faut examiner encore *s'il peut être décomposé & ramené à un état plus simple*.

Quand on est parvenu à connoître la composition d'un corps, à suivre aussi distinctement sa formation par divers procédés, il est bien difficile d'imaginer qu'une fois formé, ses élémens soient enchaînés pour toujours, de sorte que la nature, qui le produit journellement, n'ait aucun moyen capable de faire cesser l'union de ses principes. D'autre part, nous avons vu que l'*acide méphitique* se formoit à la manière des autres acides; il doit donc se décomposer comme eux, & reproduire, en certaines circonstances, l'air qui lui servit de principe acidifiant, en état d'air vital; mais jusques-là ce ne sont encore que des analogies: essayons d'établir sur des faits ce qu'elles nous font entrevoir comme probable.

En décrivant les procédés pour combiner le gas acide avec l'eau, j'ai eu occasion de parler d'une portion de fluide dégagé qui se refusoit à cette combinaison, & que l'on étoit obligé de faire sortir des récipiens. Cette portion, que l'on nomme le *résidu* du gas méphitique, est un air nuisible ou phlogistiqué qui éteint le feu & fait périr les animaux, mais qui recouvre les propriétés de l'air respirable, lorsqu'on l'agite dans l'eau. (*Voyez* AIR NUISIBLE.) On a d'abord peu fait attention à ce résidu, parce qu'il étoit naturel de penser qu'il n'étoit qu'accidentellement mêlé au gas acide, & qu'il pouvoit avoir été fourni par d'autres matières; mais M. Cavendish observa qu'il faisoit constamment un sixième du gas que l'on dégageoit; M. Priestley voulut éprouver en conséquence si le gas qui auroit été absorbé une fois par l'eau, en ayant été ensuite chassé par la chaleur, seroit entièrement absorbé, ou s'il y auroit encore un résidu, & cette expérience répétée plusieurs fois avec toutes les précautions possibles, même en employant de l'eau de pluie purgée d'air par l'ébullition, lui prouva qu'il y avoit en effet une portion considérable qui avoit perdu la propriété de s'unir à l'eau; & ce résidu fut constamment de l'air peu inférieur en salubrité à l'air commun, c'est-à-dire légérement phlogistiqué. Voilà donc déja un exemple d'une vraie décomposition de l'*acide méphitique*, puisqu'il s'en sépare de l'air respirable, ou qui peut être rendu tel.

Un second exemple est l'altération que l'*acide méphitique* reçoit de l'étincelle électrique; MM. Priestley & Fontana ont reconnu que lorsqu'on

faisoit passer l'étincelle électrique dans ce gas acide, les trois quarts étoient rendus insolubles dans l'eau, que la totalité pouvoit être ainsi altérée, si l'opération étoit continuée assez long-temps, & que ce résidu insoluble étoit de l'air nuisible ou phlogistiqué susceptible d'acquérir une pureté presqu'égale à celle de l'air commun, en l'agitant dans de l'eau dont la surface est exposée à l'atmosphère.

On peut rapporter ici, comme un troisième fait analogue, l'observation de M. Priestley, que le mélange de soufre & de limaille de fer, humecté d'un peu d'eau, & enfermé par le mercure sous un récipient rempli d'*acide méphitique*, le rend en partie immiscible à l'eau.

Suivant M. Kirwan, ces changemens résultent de ce que l'*acide méphitique*, même dans son état d'élasticité, peut prendre un excès de phlogistique, quand ce dernier se sépare insensiblement de quelque substance, tout de même que M. Priestley a fait voir que le gas acide vitriolique se convertissoit en soufre par le phlogistique qui s'exhaloit graduellement d'une dissolution de ce gas dans l'eau. Quelque ingénieuse que soit cette hypothèse, je ne dissimulerai pas qu'il s'en faut encore beaucoup qu'elle soit à l'abri de toute objection; car si c'est un excès de phlogistique qui constitue cet air nuisible, il doit donc d'abord passer à l'état d'*acide méphitique* pour arriver à ce degré de saturation; il restera à expliquer pourquoi celui qui est plus chargé de ce principe est rétabli plus aisément par l'eau que celui qui en contient moins; on demandera encore la raison pour laquelle cet excès de phlogistique ne se partage pas dans tant d'occasions où il se produit à la fois de l'*acide méphitique* & de l'air phlogistiqué; on aura peine à concevoir enfin qu'une simple quantité additionnelle d'un des principes engendre des propriétés aussi diverses, sans qu'il y ait aucune matière qui borne ou qui favorise dans l'un ou dans l'autre de ces fluides l'affinité de composition. Mais ce n'est pas ici le lieu d'examiner la vraie nature de l'air nuisible ou phlogistiqué; nous ne cherchons que les preuves de fait de la résolution de l'*acide méphitique* en ses parties constituantes, & à cet égard les trois exemples que j'ai cités ne peuvent être révoqués en doute.

MM. Achard & Cavallo ont fait passer le gas *acide méphitique* sur le nitre en fusion, & il a été amélioré au point d'être diminué par le gas nitreux; il a donc souffert une vraie décomposition, en se rapprochant de la salubrité de l'air commun.

MM. Scheele & Bergman ont bien prouvé que la chaux noir de manganèse n'étoit soluble que dans les acides phlogistiqués, que ses dissolutions ne donnoient un précipité blanc que quand l'acide avoit cédé une portion de son phlogistique à ce minéral : le premier a vérifié que l'*acide méphitique* dissolvoit la chaux noire de manganèse, qu'elle étoit précipitée de cette dissolution en blanc. L'*acide méphitique* peut donc être décomposé par l'affinité d'une substance qui lui enlève sa base phlogistique acidifiable.

M. le comte Morozzo, dans une lettre adressée à M. Macquer, fait mention d'un autre procédé de décomposition de l'*acide méphitique* par la calcination du mercure; j'aurai occasion de revenir sur ce phénomène en parlant de la calcination.

Enfin M. Sennebier pense qu'il se fait continuellement une composition alternative du gas *acide méphitique* dans l'acte de la végétation, en ce que les plantes fournissent de l'air pur, qui, s'unissant au phlogistique, devient *acide méphitique*, qui étant ensuite absorbé par l'eau, & rendu aux plantes par cet intermède, est de nouveau ramené à l'état d'air vital par l'élaboration végétale.

Mais ne nous pressons pas d'admettre les faits qui tiennent à cette grande théorie; il est d'ailleurs suffisamment établi que l'*acide méphitique* formé d'air vital peut être ramené à ce premier état; qu'on en retire par quelques procédés une autre substance qui manifeste les propriétés du phlogistique, & qu'il y a en conséquence possibilité de le résoudre en ses parties constituantes. Il est temps d'essayer de concilier cette doctrine avec l'explication des divers phénomènes dont l'*acide méphitique* est la cause ou l'effet, puisque c'est de cet accord que doit résulter la lumière que nous cherchons.

§. V. *Quels sont les rapports nécessaires & immédiats de l'*acide méphitique*, avec la théorie de la calcination, de la combustion, de la respiration, de la végétation & de la fermentation?*

I. La *calcination* des terres calcaire, magnésienne & barotique, ne fait autre chose que dégager par l'action de la chaleur le gas *acide méphitique* qui y étoit tout formé.

Il en est de même des alkalis, ce n'est encore qu'une séparation du principe qui faisoit fonction d'acide dans la composition de l'alkali crystallisé, ou pour mieux dire neutralisé, autant que le comporte la puissance du dissolvant; & la preuve résulte de ce que ces sels sont de même que les terres capables de s'unir sur le champ directement à l'*acide méphitique* sans le décomposer.

Les choses se passent différemment dans la calcination des métaux; nous verrons qu'elle n'a lieu que dans l'air vital, ou dans l'air commun en proportion de ce qu'il contient de l'air vital. Il est facile d'en assigner la raison dans les principes que j'ai établis : les métaux ne peuvent passer à l'état de chaux qu'en perdant une partie du phlogistique auquel ils sont unis; ce phlogistique ne s'en sépare que par voix d'échange, c'est-à-dire, quand il trouve une substance qui se l'approprie : or cette substance est précisément l'air vital; les autres gas nuisibles sont eux-mêmes trop chargés du principe inflammable pour l'attirer avec une force capable d'opérer cette séparation; tandis qu'une partie de l'air

vital se sature de ce principe, une autre partie du même air se fixe réellement dans la terre métallique, en augmente la pesanteur & la rapproche de l'état d'acide.

On demandera sans doute pourquoi les chaux métalliques ne recevant réellement que de l'air vital dans la calcination, il s'en trouve cependant qui fournissent abondamment de l'*acide méphitique*, lorsqu'on les traite au feu ou dans les acides : je réponds que cela peut arriver de deux manières ; dans le premier cas, la terre métallique ne retenant que foiblement le phlogistique, l'air qu'on en chasse par la chaleur en prend une partie, & devient *acide méphitique* dans l'acte même du dégagement, tout de même que l'air principe acidifiant se convertit en *acide méphitique* dans la formation des éthers ; aussi n'observe-t on ce phénomène qu'avec les chaux des métaux imparfaits, ou lorsqu'on fait entrer des matières phlogistiques par surabondance dans le procédé réductif de la chaux d'un métal parfait.

Dans le second cas, l'*acide méphitique* existe réellement tout formé dans la chaux metallique, & il n'est pas étonnant qu'il en soit dégagé par le feu ou pendant sa dissolution dans les acides ; mais ce qu'il importe de remarquer, c'est qu'il n'y existoit qu'accidentellement & n'étoit nullement essentiel à son état. La chaux récente de zinc, comme le dit le célèbre Bergman, ne donne pas un atome d'*acide méphitique*, lorsqu'on la dissout dans les acides vitriolique ou nitreux ; celle qui a été longtemps exposée à l'air en fournit en quantité. Les chaux métalliques, celles sur-tout des métaux imparfaits, sont donc à cet égard précisément dans la même condition que les chaux terreuses ; elles ont, avec l'*acide méphitique*, une affinité très-marquée qui détermine une composition toutes les fois qu'elles se trouvent en contact avec ce fluide ; lors même qu'elles ne le rencontrent pas tout formé, elles sont, comme les chaux terreuses, capables de le produire avec l'air vital, qui commence également par leur enlever une portion de leur principe caustique, & qui s'y fixe ensuite dans l'état qu'il a acquis par cette combinaison, & qui le constitue *acide méphitique*. Je n'oserois pourtant affirmer qu'il n'y eût réellement aucune différence, & qu'une chaux terreuse ou métallique, dissoute par l'eau saturée du gas méphitique, à la manière des acides, fût parfaitement identique avec la même chaux, qui ne s'est chargée de ce gas qu'en cédant à l'air vital une portion de son principe caustique. Tel est le degré de perfection auquel la Chymie a été portée dans ces derniers temps, qu'une théorie n'est exacte que quand elle tient compte de toutes les parties constituantes sans exception. L'analogie nous conduit à soupçonner que les dissolutions par l'*acide méphitique* sont susceptibles, comme les dissolutions par les autres acides, de retenir plus ou moins de phlogistique, & peut-être trouvera-t-on dans la vérification de cette conjecture la cause de quelques phénomènes qui ne sont pas encore suffisamment éclaircis.

Au reste, cette réflexion n'est ici placée que pour indiquer des recherches ultérieures ; elle ne nous empêche pas de conclure que jusques-là il n'y a aucune difficulté, & que les faits viennent se placer naturellement dans le système qui nous sert à les expliquer : mais en voici un qui paroît démentir une de ces vérités que tous les Chymistes avoient regardée comme démontrée ; c'est l'expérience de M. le comte Morozzo, que j'ai déja eu occasion d'annoncer.

Ce savant la décrit ainsi dans sa lettre à M. Macquer du 5 mai 1783, dont il a eu la bonté de me faire remettre un exemplaire : « J'ai mis une » once de mercure bien purgé dans un petit ma- » tras, auquel j'ai adapté une vessie armée de son » robinet, remplie de gas méphitique ou air fixe » que j'ai retiré de la craie avec l'huile de vitriol ; » je lui ai fait prendre une chaleur à pouvoir en- » tretenir le mercure au degré de l'ébullition ; j'ai » reconnu qu'après dix heures de feu la surface du » mercure s'étoit calcinée, sa couleur étoit ternie, » briquetée en quelques endroits, généralement » violette ; mais le fond du matras étoit d'un rouge » vif en forme écailleuse, comme le précipité *per* » *se*. La vessie qui étoit remplie de quatre pintes » environ de gas devint flasque ; il n'en resta, après » ce temps, que la quatrième partie environ, de » manière que les trois quarts ont été absorbés » par le mercure. Ce gas examiné ne se trouve » plus méphitique ; une bougie introduite y brûle » aussi bien, même avec plus de vivacité que dans » le meilleur air atmosphérique ».

On auroit pu soupçonner que l'amélioration de l'air étoit due à l'air atmosphérique resté dans le matras ; mais M. le comte de Morozzo a répété cette expérience, en observant de remplir le matras de même gas méphitique, & l'effet a été le même ; l'air s'est trouvé également amélioré toutes les fois que la vessie n'a été séparée du matras que lorsque ce gas étoit réduit au dixième de son volume. Enfin, en adaptant au col du matras deux vessies, l'une vuide, l'autre pleine de ce gas, & les pressant alternativement pour établir un courant à la surface du mercure, M. de Morozzo est parvenu à augmenter sensiblement le produit de chaux mercurielle.

Il s'opère donc une calcination dans le gas méphitique : voilà la conséquence que présentent naturellement ces résultats, & il n'y auroit pas à hésiter de l'admettre, si le gas ne souffroit point de décomposition dans ces opérations, si la portion qui reste sous forme élastique conservoit les mêmes propriétés, si la portion qui se fixe dans la terre métallique en étoit ensuite dégagée en état de gas méphitique ; mais l'auteur a soin de nous avertir que la bougie brûloit dans l'air résidu, que la chaux de mercure a donné comme à l'ordinaire de l'air

vital ou déphlogistiqué ; de-là il suit que l'*acide méphitique* a été décomposé, & on ne peut asseoir aucune conséquence certaine qu'on n'ait déterminé l'agent & même l'instant de cette décomposition. Si le procédé admettoit une portion quelconque d'air vital ou seulement atmosphérique renfermé dans le matras, je serois fort porté à croire qu'il s'est fait d'abord une calcination proportionnelle à cette quantité; que l'application continuée d'un feu violent a réduit cette chaux ; que par cette réduction le fluide gaseux a été doublement amélioré, soit parce qu'il s'est dégagé de l'air vital, soit parce que la terre métallique a repris au gas méphitique, avec lequel elle étoit en contact, le principe phlogistique révivifiant ; que cet air amélioré a contribué à former de nouvelle chaux qui a décomposé à son tour une nouvelle quantité de gas, & qu'ainsi cette calcination progressive ne s'est opérée, comme toutes les autres, qu'à la faveur de l'air vital. Mais j'avoue qu'il est fort difficile d'expliquer la formation de cette première chaux, en supposant, comme dans le dernier procédé de M. le comte de Morozzo, que le matras lui-même fût aussi rempli de gas méphitique, à moins que l'on ne veuille penser que le mercure, comme métal parfait, peut, à l'aide de la chaleur, attirer le phlogistique de l'*acide méphitique*. Au reste, la facilité avec laquelle le mercure se calcine & se réduit dans une même opération, est bien connue des Chymistes par la dispute élevée entre M. Cadet & M. Baumé, sur la sublimation du précipité *per se*, ou chaux de mercure, en crystaux & sans réduction ; ce qui fait dire à M. Macquer, à l'occasion de ces calcinations & réductions alternatives, que l'air & la matière du feu ont probablement *une affinité presqu'égale* avec la terre du mercure.

Indépendamment de la calcination par le feu, ou par les acides, quelques métaux imparfaits en éprouvent encore une spontanée à leur surface, que l'on nomme rouille ; elle est bien sûrement l'effet de l'action de l'air atmosphérique ; mais nous savons que cet air n'est pas homogène : est-ce la partie d'air pur ou air vital qui agit ici en vertu de la grande affinité qu'il a avec le phlogistique ? Cela seroit très-probable, si les métaux se rouilloient dans un air sec, & nous ne serions pas embarrassés d'expliquer comment les chaux métalliques formées par la rouille fournissent cependant du gas *acide méphitique*, puisque nous avons vu qu'il se formoit très-facilement de l'air vital & du phlogistique. Mais il est certain que le concours de l'humidité est nécessaire ; il y a donc lieu de croire que la rouille est produite par l'*acide méphitique* tout formé qui se rencontre accidentellement dans l'air commun, & qui étant recueilli & porté par la vapeur aqueuse à la surface du métal imparfait, l'attaque précisément comme l'eau méphitique attaque le fer que l'on y met pour imiter les eaux acidules martiales. Le célèbre Schéele a observé que le fer qui se rouilloit spontanément décomposoit une portion de sel marin par la double affinité résultante de l'action de l'*acide méphitique* sur la soude ; cet acide y existe donc tout formé au moment de l'altération du métal.

De la combustion.

Je suppose ici ce qui se trouve établi ailleurs pour la théorie de la combustion, qu'elle ne peut avoir lieu que par l'air vital & à proportion de ce que l'air commun en contient ; mais la question qui a rapport à notre sujet est de savoir s'il se forme réellement de l'*acide méphitique* pendant la combustion, & comment il se compose.

L'air dans lequel on a fait brûler une chandelle, du charbon, ou tout autre combustible, étant passé par l'eau de chaux, la trouble & démontre ainsi la présence d'une portion d'*acide méphitique*.

Les physiciens avoient d'abord soupçonné que le gas *acide méphitique* existant naturellement dans l'air commun étoit simplement rendu libre ou précipité dans l'acte de la combustion, par quelque principe qui se dégageoit du corps brûlant & qui avoit plus d'affinité avec les autres parties constituantes de l'air atmosphérique. (*Priestley, tome 1, page 56, & tome 3 de ses nouvelles observations, page 398.*) Mais les faits que j'ai précédemment rapportés, & sur-tout l'expérience de M. Landriani sur la production de l'*acide méphitique* pendant la déflagration électrique dans l'air vital, prouvent assez que ce gas acide est produit au contraire par composition.

La détonnation du nitre avec les matières phlogistiques, qui est une vraie combustion excitée par l'air vital qui se dégage de ce sel, en fournit un autre exemple bien frappant ; car l'alkali qui reste est à un certain point effervescent avec les acides ; il tient du gas méphitique, & il ne peut l'avoir reçu que de l'acide nitreux lui-même, dont le principe acidifiant commun a formé ce composé nouveau en s'unissant à une partie du phlogistique du charbon.

Un autre fait bien plus familier auroit dû, dès long-temps, nous mettre sur la voie de découvrir cette conversion de l'air vital en *acide méphitique* pendant la combustion : la cendre de nos foyers fait une vive effervescence avec les acides ; je ne parle pas de celle qu'on a laissé réfroidir & séjourner à l'air libre, cela n'auroit rien de surprenant, on sait qu'elle n'est, pour la plus grande partie, que de la terre calcaire ; il seroit donc tout simple qu'après avoir été mise en état caustique par le feu, elle reprît, comme la chaux vive, l'*acide méphitique* à l'air libre. M. Priestley a fait voir que la cendre de bois étoit en effet dans le même cas, & fournissoit ce gas à plusieurs reprises après en avoir été dépouillée par la calcination. Mais la cendre même encore chaude qui vient de se former au feu le plus violent, comme celle qui tombe de la grille du fourneau de M. Macquer, exa-

minée sur le champ, fournit un cinquième de son poids de gas *acide méphitique*. Quand il seroit possible d'admettre dans l'air commun une quantité de ce gas qui répondit à ce produit, il resteroit encore à concevoir comment il auroit pu se fixer dans l'alkali & dans la terre calcaire, à un degré de chaleur capable de le dégager s'il eût existé précédemment dans ces corps; au lieu que l'air vital étant par lui-même l'agent nécessaire de la combustion qui ne s'opère que par sa combinaison avec la matière résiduelle du combustible, il est tout simple qu'il s'y arrête & qu'il y demeure; quelque soit l'instant où il acquiert les propriétés d'*acide méphitique*, il est déja fixé par une affinité qui le met en état de résister à la chaleur qu'il a lui-même occasionnée.

La vérité de ces principes a été mise dans le plus grand jour par une belle expérience de MM. Lavoisier & de la Place. Ces académiciens ont enfermé sous une cloche de verre plongée dans le mercure 202,35 pouces cubes d'air vital; ils y avoient mis dans un petit vaisseau particulier du charbon bien sec privé de tout gas inflammable par une forte chaleur; ils allumèrent ce charbon, en portant rapidement à travers le mercure un fer rouge sur une petite molécule de phosphore, qui étoit elle-même placée sur un petit morceau d'amadou. Après la combustion, qui dura 20 à 25 minutes, l'air se trouva réduit à 170,59 pouces, dont l'alkali fixe caustique absorba 96,66 pouces, & il n'y avoit eu que dix-huit grains de charbon consommés; d'où ces savans ont tiré, par le calcul, que une once de charbon en brûlant, consommoit 3,3167 onces ou 4037,4901 pouces cubes d'air vital, & produisoit 3,6715 onces ou 3163,9771 pouces cubes de gas *acide méphitique*. Ils ne se sont pas dissimulé qu'une détermination aussi délicate exigeoit que l'expérience fût répétée plusieurs fois; mais on ne peut guère se flatter d'atteindre à plus de précision, lorsqu'on voit toutes les précautions qu'ils ont prises, & l'exactitude avec laquelle ils ont fait état de la température, de la pression de l'atmosphère, de celle occasionnée dans la cloche de verre par le poids du mercure & de toutes les circonstances qui pouvoient influer sur les résultats.

Cette expérience sert non-seulement à prouver qu'il se produit réellement de l'*acide méphitique* pendant la combustion, & qu'il est formé, comme nous l'avons déja dit, d'air vital & de phlogistique; mais elle nous conduit encore à déterminer les doses de ces parties constituantes. Les célèbres académiciens que je viens de citer, estiment que sur dix parties de ce gas, il y a environ neuf parties d'air vital, & une partie d'un principe fourni par le charbon, & qui est la base de l'*acide méphitique*.

Cette estimation ne se rapporte pas entièrement à celle de M. Kirwan: ce célèbre physicien a établi son calcul sur cette observation de M. Priestley, que le gas nitreux abandonne autant de phlogistique à l'air commun que lui en abandonne un volume égal de gas inflammable, qu'il regarde comme le pur phlogistique, quand il brûle dans la même proportion que l'air commun; ce qui l'a conduit à admettre que cent grains d'*acide méphitique* contenoient 85,339 d'air vital, & 14,661 de phlogistique; que cent pouces cubiques d'air vital étoient convertis en gas *acide méphitique* par 7,2165 grains de phlogistique; & se trouvoient alors réduits à un volume de 86,34 pouces cubiques; enfin que cent pouces cubiques de gas méphitique devroient fournir, par leur décomposition complette, 115,821 pouces cubiques d'air vital, & 7,2165 grains de phlogistique.

A ne considérer ces calculs que comme des approximations, elles annonceroient déja, dans la Chymie moderne, une perfection d'analyse à laquelle la Chymie ancienne n'auroit pas même osé aspirer; mais il faudroit résister à l'évidence des faits, pour contester le principe qui leur sert de base, qui est la formation de l'*acide méphitique* dans l'acte de la combustion.

Ce n'est pas ici le lieu d'examiner si la chaleur produite par la combustion est séparée de l'air vital pendant sa combinaison pour devenir gas méphitique, comme le conjecture M. Lavoisier, ou si au contraire il ne sert qu'à dégager la matière calorifique qui existe dans les corps combustibles. *Voyez* Air vital, Calorifique, Phlogistique. Mais il y a une autre question qui a un rapport plus direct avec la composition du gas *acide méphitique*, qui est de savoir pourquoi il ne s'en forme pas pendant la combustion du gas inflammable avec l'air vital.

M. Priestley ayant allumé plusieurs fois, par le moyen de l'explosion électrique, un mélange d'air commun & de gas inflammable sous un récipient plongé dans le mercure, observa constamment que la diminution étoit instantanée, que l'eau de chaux qu'il y introduisoit sur le champ n'étoit pas troublée, ni même lorsqu'elle y avoit été mise avant l'inflammation. (*Continuation des expériences sur l'air, &c. tom. 3, pag. 153.*) Il n'y a donc point eu dans ces circonstances d'*acide méphitique* produit; M. Warltire avoit éprouvé la même chose, & n'avoit trouvé que de l'air nuisible après la diminution, & un léger précipité de poudre blanche. C'est un phénomène dont il n'est pas facile de rendre raison. M. Kirwan remarque très-bien qu'il n'a lieu qu'avec le gas inflammable des métaux, que tous les autres gas inflammables qui sont en effet spécifiquement plus pesans, donnent réellement du gas *acide méphitique*, lorsqu'on les allume par l'étincelle électrique; ce savant conjecture que peut-être cet acide est absorbé par la chaux métallique observée par M. Warltire, ou bien qu'il est peut-être nécessaire pour la production du gas méphitique, que le phlogistique soit condensé à un certain point, & que lorsqu'il est trop raréfié, comme

dans le gas inflammable des métaux, il forme quelqu'autre composé encore inconnu.

La dernière de ces hypothèses me paroît la plus vraisemblable, & je serois fort porté à croire que c'est l'abondance du calorifique ou matière de la chaleur qui, s'emparant en quelque sorte exclusivement du phlogistique, le rend perméable aux vaisseaux, & s'oppose ainsi à la combinaison nécessaire à la production du gas *acide méphitique*. Je puis appuyer cette probabilité d'une expérience du célèbre Bergman : que l'on fasse fondre, dans un vaisseau fermé, l'alliage de plomb, d'étain & de bismuth qui coule au degré de l'eau bouillante, si l'air renfermé est de l'air vital pur, le métal est calciné à un certain point, & tout fluide aériforme a disparu. A la vérité M. Bergman ne paroît pas faire état de la quantité d'air absorbée par la chaux métallique; mais si elle ne répond pas exactement à la perte de poids par diminution de l'air, on sent qu'il en résulte une preuve bien forte de sa dissipation au travers des vaisseaux en état de calorifique. Je ne dissimulerai pas cependant que l'on pourroit répondre avec autant de probabilité que dans ce cas il ne se produit point d'*acide méphitique*, parce que le phlogistique y est au contraire trop pur, trop à nud; car, quoique nous soyons très-assurés que c'est une matière phlogistique qui constitue la base acidifiable du gas *acide méphitique*, il n'est pas encore bien prouvé que ce soit le phlogistique absolument pur, comme on peut croire qu'il existe dans le gas inflammable des métaux.

Mais avant que d'adopter aucune explication de ce phénomène, il faut avoir examiné les preuves d'un autre système sur le produit de la combinaison du gas inflammable & de l'air vital, pendant la combustion. (*Voyez* AIR VITAL, EAU, PHLOGISTIQUE.) Il suffit ici d'avoir prouvé que l'*acide méphitique* est réellement produit par la combustion, d'avoir circonscrit les circonstances dans lesquelles s'opère cette composition, & indiqué les cas qui font exception à cette règle générale.

De la respiration.

La respiration présente des phénomènes si analogues à ceux de la combustion, que MM. Lavoisier & de la Place n'hésitent pas de dire *qu'elle est une combustion à la vérité fort lente, mais d'ailleurs parfaitement semblable à celle du charbon*. Il est acquis par une foule d'expériences que tous les fluides aériformes ne sont pas propres à la respiration; que l'air vital est le seul qui convienne absolument à l'entretien de cette fonction animale; que l'air commun ou atmosphérique n'est lui-même salubre que parce qu'il tient une portion de cet air, & en proportion de ce qu'il en tient; enfin que le même air ne peut servir long-temps & devient nuisible lorsqu'il a été respiré. Mais *se produit-il réellement du gas* acide méphitique *dans l'acte de la respiration? Comment s'opère cette production? Quelles sont les matières qui s'y combinent? En un mot, quels sont les effets de cette combinaison?* Voilà les questions que je dois examiner ici, pour achever d'éclaircir l'origine, la composition & les propriétés de cet acide aériforme.

Dès que l'on eut commencé à faire des expériences sur les gas, on ne tarda pas à reconnoître que l'air respiré par les animaux étoit diminué comme par tous les autres procédés phlogistiques, & que l'air résidu étoit phlogistiqué & troubloit l'eau de chaux; mais on n'avoit pas encore des idées bien distinctes de la nature particulière de l'air nuisible & du gas *acide méphitique*; on étoit d'autant plus porté à les confondre, que l'on savoit que l'air nuisible ou phlogistiqué, après avoir été rendu respirable par son agitation dans l'eau, fournissoit, par les procédés phlogistiques, une nouvelle portion de gas acide qui troubloit l'eau de chaux & étoit absorbé par l'eau. D'ailleurs, en n'opérant qu'avec l'air commun, on pouvoit soupçonner que le gas *acide méphitique* observé dans l'air respiré n'étoit que séparé de cet air. M. Priestley, dans le troisième volume de la continuation de ses observations sur l'air, paroît se plaindre de ce qu'on continue de lui attribuer l'opinion que *l'air commun devient* acide méphitique *par l'addition du phlogistique*, tandis que, suivant lui, cette portion, qui se montre quand l'air commun est phlogistiqué, ne peut venir que de l'*acide méphitique* préexistant, soit incorporé dans cet air comme partie constituante, soit simplement répandu dans sa masse.

D'autre part, les deux savans Suédois (Bergman & Schéele,) auteurs de l'ingénieuse hypothèse de la matière calorifique, soutenoient que l'air étoit plutôt dépouillé que chargé de phlogistique dans l'acte de la respiration, qu'il n'étoit point diminué par la respiration ni par son agitation avec le sang, & que le gas inflammable pouvant être respiré jusqu'à trente fois de suite impunément, le phlogistique, au moins dans certaine combinaison, pouvoit être utile & même nécessaire à l'économie animale.

Le célèbre Fontana, qui le premier avoit annoncé que l'*acide méphitique* paroissoit être de l'air respirable imprégné de phlogistique, a défendu cette opinion avec force dans une lettre au docteur Murray (*Journ. phys. tom. 22, pag. 447.*), où il examine & discute la théorie des deux savans Suédois, où il appuie le système contraire sur des faits & des expériences qui méritent toute l'attention des physiciens, & que je ferai connoître dans un instant.

Suivant le docteur Crawford, l'air respiré prend le phlogistique du sang, en même-temps qu'il lui cède sa chaleur.

Un autre savant, dont le suffrage est devenu d'un grand poids en cette matière, M. Kirwan, admet non-seulement la phlogistication de l'air par la respiration, mais il déclare que le docteur Priestley a approuvé ses observations, & l'a autorisé à

en faire mention, malgré ce qu'il avoit avancé de contraire dans ses derniers ouvrages. (*Journ. phys. tom. 25, pag. 24.*)

Quoique M. Lavoisier explique d'une manière différente la conservation de la chaleur animale, il admet cependant la conversion de l'air en *acide méphitique* par la respiration, & ajoute ses expériences aux preuves de cette doctrine.

Enfin, si on se rappelle ce que j'ai rapporté précédemment (§. 3, n. III.) des dispositions du savant professeur d'Upsal à admettre la production de l'*acide méphitique* par composition, on verra que j'ai aujourd'hui l'avantage de pouvoir établir, presque d'accord avec les plus grands physiciens, & sur des expériences décisives, ce point de fait si important à la théorie des gas & à l'économie animale, à-peu-près dans les mêmes termes que je l'avois annoncé dans les Elémens de Chymie de l'académie de Dijon.

En comparant toutes les expériences faites sur la respiration des animaux, on peut prendre pour base celles qui ont été publiées en dernier lieu par M. le comte Morozzo, & qui paroissent avoir été faites avec beaucoup de soin. Il a mis un moineau adulte sous une cloche de verre qui plongeoit dans l'eau, pour estimer la durée de sa vie dans cet air non renouvellé; l'animal mort, il y en a introduit un second de même espèce & de même force; après la mort de celui-ci un troisième, toujours sans changer l'air, & voici ce qu'il a observé.

Dans l'air atmosphérique.

Le premier moineau a vécu environ	3 heures
Le second est mort dans	3 minutes.
Le troisième n'a pas vécu	1

L'eau est montée dans la cloche de huit lignes pendant la vie du premier, de quatre lignes pendant la vie du second; le troisième n'a produit aucune absorption.

On sait que dans ces circonstances l'air résidu ne peut servir à la combustion, & que la bougie s'y éteint sur le champ.

Dans l'air vital.

	heures	minutes.
Le premier moineau a vécu	5	23
Le second	2	10
Le troisième	1	30
Le quatrième	1	10
Le cinquième		30
Le sixième		47
Le septième		27
Le huitième		30
Le neuvième		22
Le dixième		21

M. le comte de Morozzo essaya alors de hâter la dépravation de l'air qui restoit, en y introduisant à la fois deux oiseaux; l'un d'eux mourut au bout de vingt minutes, l'autre vivoit encore une heure après, ce qui lui fit perdre l'espérance de l'altérer davantage.

On sent combien il y a de circonstances étrangères qui peuvent influer sur les résultats de ces expériences, & de-là le peu d'accord des auteurs; mais 1°. la progression a été bien marquée jusqu'à l'introduction du sixième animal; 2°. l'absorption ou diminution a été plus considérable dans cet air que dans l'air commun, elle a suivi la proportion de la durée de la vie des animaux, elle a été plus forte pour les premiers, moindre pour les suivans & presqu'égale depuis le cinquième; 3°. une bougie introduite dans l'air respiré par les douze animaux y a donné une flamme vive, presque comme dans l'air vital ordinaire.

M. Fontana a enfermé des souris, des oiseaux, des cochons d'inde, de petits lapins, sous des récipiens remplis d'air commun ou d'air vital, il y a toujours eu diminution sur l'eau, parce qu'elle a absorbé le gas *acide méphitique*; quelquefois le volume d'air n'a pas changé sur le mercure ou même il a été un peu augmenté; mais cette augmentation disparoissoit lorsqu'on reprenoit l'*acide méphitique*, & avec elle une portion du volume primitif; en général la diminution peut aller à un quart du total dans l'air vital & même plus loin.

M. Fontana remarque très-bien que l'augmentation de volume que l'on observe ou qui fait illusion en réparant ce qui est diminué, peut venir de ce qu'on enferme l'animal au moment de l'inspiration, de ce qu'il sort de l'air du corps de l'animal après sa mort, ou enfin de l'air qui s'attache aux plumes des oiseaux, aux poils des animaux, & qu'on ne réussit pas toujours à séparer entièrement, même en les passant dans le mercure.

Cette dernière circonstance n'a pas échappé à MM. Lavoisier & de la Place, & les faits établis par ces deux académiciens méritent d'autant plus de confiance, qu'ils ont jugé d'avance avec plus de sagacité les accidens qui pouvoient troubler les résultats. Ils ont renfermé un cochon d'inde sous une cloche de verre de la capacité de 248,01 pouces cubes, remplie d'air vital, & plongée dans le mercure. Cet animal y est resté une heure & un quart, le volume a été un peu diminué & réduit à 240,25 pouces; après avoir absorbé l'*acide méphitique* par l'alkali caustique, il est resté 200,56 pouces d'air; ainsi il y avoit eu 46,62 pouces d'air altéré, & 37,96 de gas *acide méphitique* produit.

La même production a eu lieu dans l'air atmosphérique, avec la différence que l'*acide méphitique* absorbé, l'air résidu ne pouvoit plus être ni respirable, ni propre à la combustion, parce qu'il n'étoit réellement que l'air nuisible ou phlogistiqué préexistant dans l'air atmosphérique & seulement séparé par la respiration.

Cette différence est une preuve sans réplique que,

que, comme le dit M. Lavoisier, le changement de l'air vital en *acide méphitique* est l'effet *le plus considérable* de la respiration sur l'air, à supposer qu'il ne soit pas le seul.

L'illustre Bergman fondoit une de ses principales objections, contre la phlogistication de l'air par la respiration, sur ce que le sang nouvellement tiré & agité dans l'air vital ne diminuoit pas son volume, & qu'il le rendoit seulement moins propre à entretenir la combustion. M. Fontana a cru devoir s'attacher à vérifier un fait aussi important, par l'analogie qu'il présentoit avec ce qui se passe réellement dans l'acte de la respiration, & il a reconnu que le sang sortant des carotides d'un mouton, agité dans l'air vital, sur le mercure, puis transporté sur l'eau, avoit exactement diminué son volume d'un quart en trois minutes. Cet air lui avoit donné à l'eudiomètre avant l'opération 70, 33, 23, 123 : il donna après l'opération 70, 32, 66, 166; il avoit donc été sensiblement vicié en même temps que diminué. Par le simple contact, l'air vital a été un peu gâté au bout de trois minutes, quoique très-peu diminué. L'air commun, dans les mêmes circonstances, a toujours été altéré; il y a eu quelquefois accroissement de volume, avant l'absorption de l'*acide méphitique*, au lieu de diminution; cette augmentation a été observée par M. Fontana même avec l'air vital: six pouces cubiques de cet air mis avec précaution en contact avec le sang, pendant trois minutes, dans un vase & sur du mercure au degré de la chaleur du sang, ont été trouvés à l'eudiomètre très-altérés; le volume étoit augmenté de plus d'un cinquième; mais agité ensuite dans l'eau, il diminua non seulement de ce cinquième qu'il avoit acquis, mais encore d'un septième de la quantité primitive.

Ce phénomène peut servir à nous rendre raison de la différence des résultats dans ces expériences d'ailleurs si délicates.

Maintenant nous pouvons conclure, sans hésiter, & indépendamment de toute théorie hypothétique, qu'il y a toujours production d'*acide méphitique* pendant la respiration des animaux, soit dans l'air vital, soit dans l'air commun. Je n'insisterai pas sur l'accord que présente ce nouveau fait avec tous ceux que j'ai établis ailleurs sur la composition des acides en général, sur la composition & la décomposition particulière de l'*acide méphitique*, sur ce qui se passe dans tous les procédés phlogistiquans, & principalement sur la déphlogistication si évidente du gas nitreux par l'air vital. (*Voyez* GAS NITREUX.) Je me bornerai à rappeller quelques-unes des circonstances qui tiennent le plus directement à cette production de l'*acide méphitique*, pour faire voir avec quelle facilité elles s'expliquent & se concilient par ce principe.

Le résidu de l'air vital respiré sur l'eau, est à très-peu-près aussi propre à la respiration & à la combustion, parce qu'il peut être employé en entier à cette fonction, & que l'eau absorbe l'*acide méphitique* produit.

Le résidu de l'air commun respiré est composé de l'*acide méphitique* qu'il tenoit auparavant & que M. Priestley croit maintenant ne pas excéder un cinquante-deuxième de son volume, de la portion de cet acide qui s'est formée par le phlogistique des poumons & de l'air nuisible qui en est séparé, parce qu'il n'y a toujours que la portion d'air vital qui serve à cette fonction.

Si un animal peut vivre dans l'air commun vicié par la flamme, & où une lumière s'éteint, c'est, comme le dit M. Fontana, que la vie est plus tenace que la flamme; il n'y a pas moins diminution en proportion de la respiration, & qui se manifeste aussi-bien par l'eudiomètre que par la durée de la vie des animaux dans cet air, & dans un égal volume d'air non altéré.

S'il y a quelquefois augmentation de volume de l'air respiré par les animaux, malgré la condensation qui doit s'opérer nécessairement par la composition de l'*acide méphitique* plus pesant, elle vient d'une portion d'*acide méphitique excrémentitiel* fourni par le poumon, indépendamment de celui qui se produit par le phlogistique pulmonaire; à plus forte raison peut-elle compenser la diminution. La rapidité avec laquelle l'air vital lui-même expiré sur l'eau de chaux, la trouble, ne peut être attribuée qu'à cette secrétion. Cependant elle peut venir aussi en partie de l'air respiré précédemment, & qui ayant séjourné dans le poumon, a pu y subir une altération plus considérable.

Il est possible de respirer impunément jusqu'à vingt & trente fois le gas inflammable, puisque la respiration peut être suspendue sans danger pendant environ deux minutes, & que l'on respire ordinairement de seize à dix-huit fois en une minute. Cela est encore moins surprenant, quand il y a dans le poumon de l'air précédemment inspiré, ou que l'animal n'étant pas enfermé dans le gas, on peut soupçonner quelque accession de l'air extérieur par le nez ou par les appareils.

Il n'est pas bien vérifié que le gas inflammable perde cette propriété par la respiration: M. Fontana a vu s'allumer un mélange d'air commun & de gas inflammable, dans lequel il avoit tenu des animaux jusqu'à les y laisser mourir; il a mis ce gas en contact avec le sang, il a été diminué sur l'eau d'un vingtième de son volume; il s'est ensuite allumé avec explosion. Il peut arriver que la présence de l'*acide méphitique* s'oppose à l'inflammation de ce gas; mais quand il seroit vrai qu'une substance plus riche en phlogistique que le sang, pût lui en céder, il ne s'ensuivroit pas que l'air vital, qui en a beaucoup moins que le sang, ne puisse lui en enlever une partie: ce fait ne seroit donc point encore inconciliable avec le principe.

Les animaux à trachées, comme les insectes, résistent, à la vérité, plus long-temps dans l'*acide*

méphitique, & même suivant le docteur Priestley, dans l'air infecté par les effluves putrides; mais ils convertissent l'air vital en *acide méphitique* comme les animaux à poumon. C'est un fait sur lequel MM. Schéele & Bergman sont d'accord avec tous les physiciens : ainsi dans notre théorie cette fonction est uniforme pour tous les animaux ; elle a le même objet pour tous d'entretenir la vie, en portant dans le sang ce qui lui est utile, en lui enlevant ce qui lui est nuisible ; il est donc nécessaire que l'opération chymique, ou par affinité, s'exécute de même, quoique par des organes diversement placés, diversement configurés ; l'ouie des poissons, & les stigmates nombreux de la mouche & du ver ne seront réellement que des instrumens appropriés à recevoir l'air vital, à le mettre en contact presque immédiat avec le sang, comme dans les poumons. Cette belle uniformité de dessein conciliée avec la variété des formes, n'est pas un foible argument aux yeux du philosophe accoutumé à suivre la marche de la nature.

Nous avons vu que le sang, même après avoir été tiré du corps animal, avoit une action marquée sur l'air : j'ajouterai ici quelques observations importantes pour déterminer l'effet de cette action, & en établir l'identité dans la respiration de tous les animaux dont le sang est de la même couleur.

Le sang examiné dans un verre paroit rouge à sa surface & noir à sa partie inférieure; on a cru d'abord que les particules noires se déposoient à cause de leur plus grande pesanteur, M. Cigna a éprouvé que les couches inférieures passoient du noir au rouge, lorsqu'on les exposoit à l'air. Le célèbre académicien de Turin a couvert du sang avec de l'huile, & il est resté noir dans toute sa masse. (C'est ainsi sans doute que l'on fait périr sur le champ un insecte, en bouchant ses stigmates avec un peu d'huile.)

M. Beccaria a mis du sang dans le vuide, il y est resté noir; exposé de nouveau à l'air, il est redevenu rouge.

M. Hewson dit, dans ses *Recherches expérimentales sur les propriétés du sang*, qu'une dissolution de nitre le fait passer du noir au plus beau rouge; il compare cette action à celle de l'air sur le sang hors du corps; & ne pouvant encore soupçonner la vraie manière d'agir de ce fluide, il présume cependant que le changement remarquable dans la couleur du sang veineux & artériel, s'opère ainsi dans les poumons, parce qu'il est certain que toute la masse du sang y arrive successivement, parce qu'il a observé que le sang étoit d'un rouge plus vermeil dans l'oreillette gauche du cœur que dans l'oreillette droite.

M. Fontana a ouvert des grenouilles après les avoir fait périr dans la mofette artificielle, & il a trouvé le sang brunâtre & rassemblé dans les oreillettes.

Le célèbre Priestley nous fournit encore ici des expériences bien décisives; il a fait passer successivement le sang d'un mouton dans l'air vital, dans l'air commun, dans l'air nuisible, dans l'*acide méphitique*, dans le gas inflammable & dans le gas nitreux ; il a trouvé constamment que les parties les plus noires prenoient une couleur rouge dans l'air respirable, que cette couleur étoit plus vermeille dans l'air vital, & que *le même sang devenoit alternativement noir & rouge en passant de l'air phlogistiqué dans l'air déphlogistiqué, & réciproquement.*

Ainsi les observations physiques, anatomiques & chymiques concourent à établir l'identité de fonction de l'air dans tous les animaux qui respirent, & il ne peut plus y avoir de doute que l'*acide méphitique* ne se forme continuellement, par composition, de l'air vital respiré.

On ne doit plus être étonné maintenant que les animaux plongés dans le gas *acide méphitique* périssent sur le champ, il suffit pour cela qu'il ne puisse servir à la respiration, qu'il ne soit pas de l'air, ou du moins qu'il n'en contienne plus dans l'état de liberté qui le constitue air respirable. Cependant on pourroit en dire autant de l'air nuisible & du gas inflammable qui font aussi périr les animaux, & M. Fontana croit devoir mettre entr'eux une grande différence. Suivant ce grand physicien, ces gas phlogistiques sont *par eux-mêmes innocens*, au lieu que l'*acide méphitique* tue comme un fluide mal-faisant, *comme un poison* capable d'altérer l'économie animale, *quoiqu'il soit uni à beaucoup d'air commun, même d'air vital, & que le phlogistique du poumon puisse se dégager librement.* Je ne serois pas éloigné d'admettre que la combinaison phlogistique qui constitue l'*acide méphitique* eût réellement quelque propriété particulière qui le rendit plus dangereux à respirer, par exemple, en s'opposant davantage à la secrétion de ce fluide excrémentitiel de même nature, que nous avons vu qui accompagnoit l'expiration, & surchargeant ainsi le sang d'une matière dont il cherche à se débarrasser. Mais la principale cause de mort me paroit toujours la cessation d'une fonction absolument nécessaire à la vie, du moins jusqu'à ce qu'il soit bien prouvé qu'une petite quantité de gas méphitique introduit dans le poumon avec assez d'air vital pour fournir à la respiration, produit néanmoins des effets délétères. Or il y a grand nombre de faits contraires à cette assertion : M. le comte de Morozzo a vu un moineau vivre trente-huit minutes dans un mélange à parties égales d'*acide méphitique* & d'air vital; un autre a vécu treize minutes dans un mélange de deux parties d'*acide méphitique* & d'une partie d'air vital; un troisième a vécu $4\frac{1}{2}$ minutes, le mélange étant aux $\frac{4}{5}$ d'*acide méphitique*; un quatrième a vécu encore $1\frac{1}{2}$ minute, le mélange étant à $\frac{8}{9}$; tandis qu'un oiseau de même espèce expira en $\frac{1}{4}$ minute dans l'*acide méphitique* pur. (*Journ. phys. tom. XXV. pag. 128.*) Les asphyxies seroient bien autrement fréquentes dans les

aſſemblées nombreuſes, ſi l'*acide méphitique* mêlé à l'air reſpirable exerçoit ſon action malfaiſante, comme tout autre poiſon mêlé aux alimens. Au mois d'octobre 1783, je me trouvai au fond d'une mine où le méphitiſme étoit au point, que trois lumières s'éteignirent à la fois dans mes mains, & je n'éprouvai qu'une reſpiration un peu plus difficile.

On a encore fort agité la queſtion de ſavoir *ſi les animaux plongés dans le gas* acide méphitique *meurent par excès ou par défaut d'irritabilité du cœur.* La dernière opinion me paroît fondée ſur un fait bien déciſif, qui eſt que l'électricité reconnue comme le plus grand irritant, puiſqu'elle continue à produire des mouvemens dans les parties animales trois jours après que tous les autres ſtimulans ſont ſans effet, ſe trouve être auſſi le meilleur antiaſphyxique (*Notes ſur les opuſcules de M. Bergman, tom. 1, pag. 75.*) L'illuſte chymiſte d'Upſal aſſure poſitivement qu'ayant tiré le cœur d'un animal mort dans l'*acide méphitique* avant qu'il fût réfroidi, il n'avoit pu y exciter aucun mouvement, même par l'acide vitriolique concentré. Cette opinion eſt auſſi celle du célèbre Fontana; il eſt vrai qu'elle a été combattue par M. Tiſſot, ſur le fondement qu'il n'y avoit point de voie par laquelle l'action des gas nuiſibles pût ſe porter directement ſur le cœur, & ſur ce que l'*acide méphitique*, appliqué en lavement ſur les fibres muſculaires des inteſtins, excitoit leur irritabilité au lieu de la détruire. Mais M. Fontana a répondu à ce ſavant médecin, 1°. qu'il y avoit une communication immédiate entre le poumon & l'air reſpiré, & que le poumon recevant le ſang du cœur, & le reportant au cœur même, il n'y avoit point de raiſon de regarder comme impoſſible la communication ou plutôt l'action du gas méphitique ſur le cœur; 2°. que rien n'étoit plus commun en médecine que de trouver des ſubſtances qui appliquées ſur certaines parties de l'animal, étoient capables de le guérir, au lieu qu'elles lui occaſionnoient des maladies & même la mort, ſi on les appliquoit ſur d'autres parties; 3°. qu'il étoit bien certain que l'électricité donnoit la mort en ôtant l'irritabilité au cœur & à la fibre charnue, & néanmoins que cette même électricité rendoit la vie, en excitant l'irritabilité aux mêmes animaux dans leſquelles elle l'avoit détruite auparavant; 4°. enfin que l'*acide méphitique* introduit dans les inteſtins agiſſoit bien différemment que lorſqu'il étoit reſpiré, que dans le premier cas ſon action étoit immédiate, que dans le ſecond il avoit beſoin du ſang pour porter ſon énergie au cœur, qu'ainſi ſes effets pouvoient bien être différens dans ces deux circonſtances. (*Traité ſur le venin de la vipère, des poiſons, &c. tom. 1, pag. 75 & ſuiv.*) Je ne diſſimulerai pas cependant que pluſieurs ſavans ſoutiennent la thèſe contraire. M. le comte Morozzo a publié, en dernier lieu, des expériences faites en préſence de M. le docteur Cigna, deſquelles il réſulte que dans les animaux aſphyxiés le cœur donne, pluſieurs heures après leur mort, des marques de mouvement & d'irritabilité. (*Journ. phyſ. tom. 25, pag. 112.*) J'obſerve néanmoins que l'académicien de Turin ne dit pas qu'aucun de ces animaux eût été plongé dans le gas *acide méphitique*, mais ſeulement dans l'air vicié par la mort d'un autre animal.

Je n'en dirai pas davantage ſur cette queſtion, qui eſt bien plus du reſſort des phyſiologiſtes; il ſuffit ici d'indiquer les différens ſyſtèmes qui ont quelque trait aux propriétés de l'*acide méphitique*: la néceſſité de ce plan nous a déja entraînés dans une aſſez longue diſcuſſion ſur la reſpiration, comme cauſe productrice organique de cet acide. On pourroit demander encore ſi pendant cette fonction animale l'air ſe charge de quelques exhalaiſons, ſi cet air ſert à entretenir ou à modérer la chaleur, & comment il remplit l'un ou l'autre objet: mais cet examen appartient plus particuliérement aux articles AIR VITAL, CALORIFIQUE, PHLOGISTIQUE. *Voyez ces mots.* Je me bornerai à ajouter un court éclairciſſement, ſur ce que j'ai dit de la reſpiration des inſectes, afin qu'on ne me ſoupçonne pas d'avoir cherché à généraliſer le ſyſtème de cette fonction, diſſimulant ce qui pouvoit y être contraire.

J'ai remarqué que les inſectes réſiſtoient davantage au gas *acide méphitique* & même dans l'air vicié par la putréfaction; il n'y auroit rien d'étonnant ſi ces animaux, comme le penſent quelques auteurs, avoient réellement la faculté de vivre un certain temps ſans reſpirer; mais une obſervation plus récente de MM. Fontana & Jngenhouſz, ſemble nous préparer une autre explication de ce phénomène. Ces deux célèbres phyſiciens s'accordent à regarder comme des animaux ces petits corps organiques verds qui ſe trouvent dans l'eau & qui donnent de l'air vital lorſqu'ils ſont expoſés au ſoleil. Suivant M. Fontana, ce n'eſt pas ſeulement la *tremella*, ce ſont encore d'autres eſpèces dont la nature animale eſt bien moins équivoque. Le docteur Jngenhouſz a découvert les mêmes inſectes dans le ſédiment muqueux que M. Prieſtley avoit mis au rang des végétaux, & claſſé parmi les conſerves. (*Journ. phyſ. tom. 23, pag. 192, & tom. 25, pag. 5 & ſuiv.*) S'il eſt vrai que ces animaux produiſent en quantité de l'air pur, comme les plantes & dans les mêmes conditions, il ſera très-probable auſſi qu'ils doivent ſe trouver comme les végétaux, plus à leur aiſe dans l'air nuiſible que dans l'air ſain. Une exception auſſi marquée à la loi générale, qui tombe préciſément ſur des êtres microſcopiques, dont on ne peut conſéquemment connoître aſſez la ſtructure organique intérieure pour eſſayer de la concilier avec un phénomène auſſi étrange, exige ſans doute que l'on ſuſpende encore ſon jugement; mais dans une matière où nous n'avons que les faits pour bouſſole, je n'ai pas cru devoir en omettre un de cette importance, annoncé par deux obſervateurs qui ont

acquis autant de droits à la confiance des savans.

De la végétation.

M. Schéele ayant mis des pois dans un grand matras, & les ayant couverts à moitié d'eau, il les vit germer & pousser des racines : comme ils ne profitoient plus au bout de quinze jours, il examina l'air renfermé dans ce vaisseau, il n'étoit augmenté ni diminué, mais l'eau de chaux en absorba un quart, & le résidu éteignit la flamme. M. Schéele jugea que ce devoit être la partie d'air vital contenue dans l'air atmosphérique qui avoit été convertie par la végétation en *acide méphitique*, & pour s'en assurer, il répéta cette expérience dans un mélange d'un quart d'air vital, & de trois quarts de l'air résidu de la première, qui lui donna en effet le même résultat.

Suivant M. Ingenhousz, *la qualité que l'air contracte par la présence des fruits, des fleurs, en tout temps, & des feuilles à l'ombre & pendant la nuit, a beaucoup d'analogie avec la qualité qu'il acquiert par la respiration des animaux.*

M. Sennebier regarde comme démontré, « que » les feuilles des plantes fournissent beaucoup d'air ; » que cet air, en se mêlant dans l'atmosphère au » phlogistique qui y est contenu, en précipite une » assez grande quantité d'*acide méphitique* ou air » fixe..... que cet air fixe est lui-même absorbé » par les plantes qui le soutirent de l'atmosphère » avec l'humidité dans laquelle il est dissous ».

Ce physicien ayant observé que les plantes végètent bien dans l'air vicié ou phlogistiqué, qu'elles languissent dans l'*acide méphitique*, qu'il y a toujours une diminution dans l'air où elles ont végété, que l'eau distillée ou bouillie ne devient propre à faire rendre de l'air aux plantes exposées au soleil, qu'en raison de l'*acide méphitique* qu'elle a dissous, il lui paroit très-probable que les plantes ne reçoivent de l'air que par l'eau qu'elles sucent, qu'elles ont besoin de l'action de l'eau sur l'*acide méphitique* pour pouvoir le décomposer, qu'elles ne tirent point à elles directement le phlogistique de l'atmosphère, qu'elles s'en emparent seulement par le moyen de l'*acide méphitique* qui le leur communique, en se décomposant dans leurs vaisseaux par l'action de la végétation.

A ces explications empruntées des physiciens, qui se sont particuliérement appliqués à éclaircir cette branche de la science des gas, par des expériences ingénieuses & très-multipliées, ajoutons un fait généralement avoué, que tous les végétaux donnent, par leur décomposition de l'*acide méphitique* (*Voyez* Analyse végétale.), & on jugera peut-être avoir réuni assez de preuves pour conclure que l'*acide méphitique* est également composé & produit par l'action végétative, comme par la respiration animale, & que l'air vital que les plantes fournissent dans certaines circonstances est le résultat d'une élaboration différente qui redécompose ce qu'une action alternative & tout aussi habituelle du végétal avoit formé.

Cependant cette théorie si simple en apparence est bien loin de satisfaire à tout, & ne soutient pas même un examen approfondi.

1°. L'analyse ne prouve rien depuis que nous savons que c'est le plus souvent dans l'acte du dégagement que se forme l'*acide méphitique* que nous tirons de diverses substances.

2°. M. Kirwan observe que dans l'expérience de M. Schéele, l'*acide méphitique* paroit venir, en partie, de la fermentation des pois qui précède toujours leur accroissement, en partie, du phlogistique qui se dégage pendant la fermentation.

3°. M. Ingenhousz donne à la vérité le nom d'air méphitique à l'air que les plantes exhalent pendant la nuit ; il convient bien *qu'elles absorbent réellement une quantité de l'air dont elles sont entourées* ; mais il n'admet pas pour cela qu'elles convertissent l'air vital en *acide méphitique* ou air fixe : tout l'air qu'il a fait sortir des plantes par expression n'a point été absorbé par l'eau, c'étoit de l'air atmosphérique ou d'une nature peu différente ; il ne le croit convertible en *acide méphitique* que par la fermentation ; &, suivant lui, *dans l'obscurité de la nuit*, ce n'est pas non plus du gas *acide méphitique* que fournissent les végétaux, mais *une espèce particulière d'air empoisonné*, qu'il paroit distinguer de l'air nuisible ou phlogistiqué.

4°. Dans le système de M. Sennebier, où le gas *acide méphitique* joue le rôle le plus important à la végétation, il ne vient que comme un *aliment* nécessaire aux plantes, qu'elles absorbent & décomposent ; elles le prennent tout formé dans l'eau qui en est chargée ; & si elles contribuent à sa formation, ce n'est qu'en restituant à l'atmosphère l'air vital dégagé de cette composition & destiné à s'unir de nouveau au phlogistique.

5°. Enfin le célèbre Priestley établit au contraire que les plantes s'approprient seulement l'air nuisible ou phlogistiqué, & rendent par les pores de leurs feuilles une portion de ce fluide déphlogistiqué ou en état d'air vital.

Il suit de là qu'il n'y a encore rien de certain, si ce n'est que les végétaux vicient l'air dans l'obscurité & fournissent de l'air vital lorsqu'on les expose dans l'eau à la lumière du soleil ; c'est ce qui m'a engagé à placer l'examen de ces faits & des conséquences qu'ils présentent à l'article Air vital. On y verra le peu d'accord des physiciens sur les principaux résultats, & combien cette matière a besoin d'être éclaircie par de nouvelles expériences. M. Fontana assure que si dans l'exposition des plantes au soleil on change une seule circonstance, *qui les rapproche encore plus de l'état naturel*, l'air se trouve dangéreux & nuisible (*Journ. phys. tom. 23, pag. 191*) ; & M. Ingenhousz n'a cru pouvoir expliquer la manière dont elles prennent la quantité inépuisable d'air qu'elles fournissent, qu'en supposant qu'elles

possèdent la faculté de changer l'eau en air à l'aide du soleil. (*Ibid. tom. 25, pag. 12.*)

De la fermentation.

Nous avons donné au commencement de cet article les procédés pour recueillir le gas *acide méphitique* qui se dégage pendant la fermentation ; tout ce qui concerne la théorie de cette grande opération de la nature se trouve réuni à l'article FERMENTATION : il ne peut donc être ici question que de saisir quelques rapports capables d'éclaircir la nature & les propriétés de notre acide.

Des trois degrés de la fermentation, il n'y a que le premier & le dernier qui produisent du gas *acide méphitique* ; le second, qui convertit le spiritueux en aceteux, au lieu de perdre, acquiert l'air vital ou principe acidifiant.

L'*acide méphitique* existe-t-il tout formé dans les végétaux susceptibles de la fermentation spiritueuse ? On est porté à le croire, lorsque l'on sait que ces substances enfermées dans les vaisseaux à distiller, avant toute fermentation, fournissent une quantité très-considérable de ce même gas. Mais nous avons déja observé qu'il se formoit souvent dans l'acte du dégagement ; cela ne prouve donc autre chose que l'existence de l'air qui peut devenir partie constituante de cet acide, sans décider dans quel état il étoit dans le végétal avant sa distillation. Ici le composé est détruit par le feu, & résous en ses parties constituantes, là il l'est par ce mouvement que nous appellons spontané, parce que nous n'avons pas une idee bien nette de l'affinité qui le détermine ; que ce soit l'action de l'air extérieur (que quelques-uns regardent comme inutile au premier degré) ou la matière calorifique, ou si l'on veut, la simple cessation du mouvement organique qui abandonne la matière à une tendance qui étoit suspendue, il n'importe, il n'en résulte pas moins une séparation de principes ; & tout ce que l'on peut assurer, c'est que les matières qui concourent à la formation de l'*acide méphitique* ont été mises en même temps en liberté.

On ne peut douter que, du moins dans certaines circonstances, les plantes ne donnent réellement de l'air vital, & on sent quelle force notre hypothèse acquiert par le rapprochement de ce fait. A la vérité ce sont les fruits qui paroissent tenir le premier rang parmi les corps fermentans, & les fruits à la lumière, comme dans l'ombre, vicient l'air au lieu de l'améliorer ; mais l'air rendu nuisible ou phlogistique n'est point de l'*acide méphitique*, & ne peut le devenir sans qu'il y ait en jeu quelque nouvelle affinité.

A plus forte raison ne doit-on pas affirmer que l'*acide méphitique* existe tout formé dans les corps qui subissent la fermentation putride, puisqu'il y a encore des signes moins équivoques d'une décomposition totale. Si l'*acide méphitique* arrête la putréfaction, & même, suivant quelques-uns, rétablit à un certain point les substances putréfiées, il s'en faut beaucoup que cette circonstance prouve que ce gas acide préexistoit comme tel dans le tissu animal, car celui qu'on y porteroit n'auroit, dans cette supposition, pas plus de vertu que celui qui briseroit ses liens ; le symptôme du mal & la matière curative se trouveroient un corps identique, ce qu'il n'est pas possible d'admettre. Ainsi tout concourt à établir que cet acide n'existe que quand la putréfaction commence, qu'il s'échappe aussitôt qu'il est formé, & même qu'il ne peut se former que par le contact de l'air extérieur.

Nous pouvons donc conclure, avec le docteur Jngenhousz, que « lorsqu'on décide qu'une telle » substance contient un tel air, parce qu'il en a » été extrait par la *fermentation*, par le feu, ou » par quelque autre moyen, on parle peu correc- » tement ».

Mais ces compositions & décompositions alternatives & si fréquentes de l'*acide méphitique* nous font encore mieux sentir l'influence continuelle de ce nouvel être dans toutes les opérations de la nature & de l'art : essayons donc de déterminer ses affinités chymiques, puisque ce n'est que par cette connoissance que nous pouvons apprécier maintenant les plus sublimes théories, & nous rendre maîtres de cet instrument si puissant.

§. VI. *Des propriétés & des affinités de l'*acide méphitique.

Les propriétés de cet acide peuvent être facilement déduites de tout ce qui précède, je vais les résumer en peu de mots.

Cet acide est parfaitement identique lorsqu'il est pur.

En état de gas il n'a ni couleur, ni odeur, ni saveur sensible.

Dans l'état aqueux il a une saveur piquante, rougit la teinture de tournesol, rétablit les couleurs altérées par les alkalis ; comme un réactif acide.

Sa pesanteur spécifique est à celle de l'air commun, suivant M. Fontana :: 1,449 : 1 ; suivant M. Cavendish :: 1,57 : 1 ; suivant M. Bergman :: 0,0018 : 0,0012. M. Lavoisier estime qu'un pouce cubique de ce gas pèse à très-peu-près $\frac{7}{10}$ de grain, à dix degrés de température & à la pression de 28 pouces du baromètre. M. Kirwan a entrepris de déterminer la pesanteur que ce gas pouvoit acquérir, en se fixant par exemple dans le marbre, & il a trouvé que la pesanteur spécifique du marbre étant 2,717, celle du gas méphitique en état de fixité étoit 18,52. *Cavallo, part. 3, ch. 3.*

Sa chaleur spécifique n'a point encore été déterminée, ce qui seroit néanmoins très important & pourroit répandre de grandes lumières sur ses autres propriétés. Le célèbre Kirwan pense qu'au moment qu'il est dégagé de la craie, il s'empare du calorifique ou matière de la chaleur que laisse aller l'autre

acide plus puissant, & que c'est ce principe qui le met en état gaseux.

Ce gas tenu par M. Priestley un jour entier à la chaleur du bain de sable dans un tube de verre bien fermé, n'a éprouvé aucune altération.

Il n'éprouve non plus aucun changement lorsqu'il est enfermé, quelque temps que ce soit, avec le gas inflammable.

Il est absorbé par le charbon ardent introduit dans un tube de verre placé sur le mercure. M. le comte Morozzo a observé que l'absorption étoit totale, lorsque le tube n'avoit que dix pouces, qu'elle étoit de 11 pouces dans un tube de 12 pouces.

Suivant M. Fontana, il n'a aucune affinité avec le phlogistique. Cependant l'analyse que M. Schéele a donnée de la plombagine, tend à faire admettre l'existence d'un composé d'*acide méphitique* & de phlogistique, ou souffre méphitique. *Voyez* ACIDE MOLYBDIQUE, CHARBON & PLOMBAGINE.

Il a une grande affinité avec l'air, car sans cela on ne voit pas pourquoi il s'élèveroit de l'eau à laquelle il est une fois uni. M. Bergman a éprouvé cette affinité d'une manière encore plus directe, il a rempli de ce gas une bouteille, & l'ayant laissée débouchée, il n'y trouva, au bout de quelques jours, que de l'air atmosphérique. Sa pesanteur n'a pu être vaincue que par affinité.

Il est bien prouvé qu'il ne peut remplacer l'air, qu'il fait périr les animaux qui le respirent, & qu'il éteint le feu. Cependant M. Bergman assure qu'il n'empêche point l'explosion de l'or fulminant.

L'eau s'unit très-facilement à ce gas acide, & la réduction prodigieuse du volume prouve bien qu'il y a combinaison par affinité. La chaleur s'oppose à un certain point à cette combinaison : à quatre degrés au-dessus de zéro du thermomètre de Réaumur, l'eau en prend un peu plus que son volume ; à huit degrés, le volume est à peine égal. Cependant M. Priestley a observé que la glace n'absorboit pas ce gas, & qu'en faisant geler l'eau qui en étoit chargée, il se dégageoit sur le champ ; ce qui semble annoncer que le principe calorifique est ici un intermède nécessaire, puisque l'union cesse aussitôt que l'eau en est privée au point de devenir solide.

M. Bergman a trouvé que la pesanteur spécifique de l'eau méphitisée, bien saturée, étoit à celle de l'eau distillée :: 1,015 : 1,000, le thermomètre étant à 1,6 degrés.

La chaleur dégage facilement la plus grande partie de ce gas, mais la dernière portion y adhère tellement, qu'elle ne peut être séparée que par l'ébullition continuée un certain temps.

L'*acide méphitique* s'unit aux terres, aux alkalis, aux métaux, & forme des sels que nous nommons *méphites*. Voyez MEPHITE CALCAIRE, MEPHITE DE POTASSE, MEPHITE DE ZINC, &c.

L'acide méphitique *a-t-il quelque action sur la terre quartzeuse ?*

Cette question mérite une discussion particulière qui ne peut être mieux placée que dans la section où il s'agit de déterminer les affinités de ce dissolvant.

M. Magellan fit voir il y a quelques années à l'académie royale des sciences de Paris un crystal d'une grande dûreté, d'une belle eau, ressemblant beaucoup au crystal de roche, de neuf à dix lignes de longueur sur deux ou trois de largeur, & qu'il assura avoir été produit artificiellement par M. Achard de l'académie de Berlin.

M. Achard publia effectivement le procédé dans un lettre adressée au prince de Gallitzin ; (*Journ. phys. 1778. pag. 12.*) il l'a depuis encore plus détaillé à la suite de son analyse des pierres précieuses. J'emprunterai cette description de la traduction que M. Dubois a donnée de cet ouvrage.

a b c d (*fig. 19, appareils pour les gas.*) est un cylindre de verre un peu fort, d'un pied & demi de haut, & de quatre à cinq pouces de large ; *e f g h* est un cylindre du même diamètre, mais qui n'a que quatre à cinq pouces de haut ; *e f* est un anneau de laiton mastiqué autour du cylindre *e f g h*, qui est pourvu, à sa partie supérieure, de pas de vis qui emboitent la mère vis, laquelle se trouve dans l'anneau *c*, *d*, cimenté au bout du cylindre *a b c d*, de manière que les cylindres *a b c d* & *e f g h* peuvent se visser l'un à l'autre par le moyen de ces anneaux. A l'anneau *c d* est un petit bord d'un quart de pouce de largeur sur lequel on met un cuir, & sur ce cuir une brique cuite en forme de plaque faite avec de l'argile & du sable (*L'auteur, dans sa lettre au prince de Gallitzin, indique les proportions d'une partie d'argille & deux de sable*), de manière qu'avec la vis qui est à l'anneau *e f*, on presse la plaque d'argille sur le cuir, afin qu'il ne puisse passer ni eau ni air à l'endroit où elle est sur le bord de l'anneau *c d*. Cette plaque peut avoir un demi pouce d'épaisseur ; *g h* est un anneau de laiton qui est mastiqué au cylindre *e f g h*, qui, à l'aide des trois petites plaques de laiton, dessinées dans la *dix-neuvième figure*, peut se visser à un trépied ; ce trépied lui-même est assujetti avec des vis sur la planche *k i l m*. A l'anneau *g h*, est un bord comme à l'anneau *c d*, sur lequel on met un anneau de cuir, & sur cet anneau de cuir une plaque d'argille & de sable convexe en bas ; entre celle-ci & le trépied, on met encore un anneau de cuir, de manière que la plaque soit bien pressée, quand on visse le cylindre au trépied, & qu'il ne puisse passer ni eau ni air à l'endroit où elle pose sur le bord de l'anneau. La partie supérieure du cylindre *a b c d* est fermée par un couvercle de laiton qui y est cimenté, & qui est dessiné à part, *fig. 20* ; *α β* est une ouverture pouvant se fermer exactement avec un couvercle qui est vissé, en plaçant un cuir entre les deux ; *γ δ* représente une soupape pressée par un ressort d'acier, qu'on ne peut ouvrir qu'en appuyant assez fortement, & que la force du ressort *γ ε* ferme très-promptement, dès qu'on cesse d'appuyer. A quelques pouces de distance de l'extrémité *c d* du

cylindre *a b c d*, font, aux deux endroits désignés sur la figure, deux trous ronds d'un quart de pouce de diamètre, & sur cette partie du cylindre est cimenté un anneau de laiton *n o* auquel, dans les deux endroits où le cylindre est percé, s'adaptent deux cylindres de laiton, dans lesquels se trouve une mère vis, & dont un se trouve dessiné à part avec une partie de l'anneau dans la *fig. 21*. PP sont deux flacons dont chacun tient deux quartes; ils peuvent être bouchés très-exactement par deux bouchons de verre poli; le fond de ces flacons est cimenté sur un plateau de laiton qui, comme on le voit *fig. 19*, se visse à la planche *k i l m*, afin qu'ils puissent demeurer immobiles avec la liqueur qu'ils contiennent. Aux deux extrêmités de la planche *k i l m* sont adaptés les deux montans Q R, auxquels sont attachés deux bras de fer mobiles qui peuvent porter sur les bouchons des flacons & les presser par le moyen des ressorts *x u* bien tendus. La partie supérieure des montans Q R est pourvue d'une barre de bois *y z*, au milieu de laquelle se trouve un anneau qui embrasse le cylindre *a b c d*, & sert à affermir toute la machine. La partie supérieure des flacons P est dessinée à part dans la *fig. 22*, pour plus grande clarté: on fait dans le verre un trou d'un quart de pouce de diamètre, & l'on cimente un anneau de laiton ABCD au col du flacon, auquel est soudé un cylindre de laiton EFAC avec une vis qui se rapporte au trou fait dans le col du flacon. Dans l'ouverture G du cylindre EFAC, dont l'épaisseur de laiton doit avoir au moins un quart de pouce, va l'extrêmité H d'un autre cylindre LH auquel est soudé un cercle de laiton, dont l'épaisseur KJ est égale à l'épaisseur EF du cylindre EFAC, & quand on met le cylindre H dans l'ouverture G, il se rapporte exactement au bord EF: entre le cercle JK & le bord EF, on place un cuir huilé. M est une tige de laiton que l'on visse au cylindre EFAC, à travers laquelle passe le cylindre L, & qui sert à bien presser le cercle KJ au bord EF du cylindre EFAC, afin qu'il ne sorte pas d'air par cet endroit. Au cylindre L est cimenté un cylindre ou tuyau courbé de verre, dessiné *fig. 19*, dont l'autre extrêmité est cimentée à une tige de laiton percée, qu'on peut visser au cylindre de la *fig. 21*, qui est soudé à l'anneau *n o* du cylindre *a b c d* de la *fig. 19*, & on empêche, par un cuir mis entre les deux, qu'il ne passe ni eau ni air à l'endroit où ils sont joints. A la partie de la tige, *fig. 23*, qui est vissée au cylindre, *fig. 21*, on attache une vessie, & l'on fait par-là une soupape qui s'ouvre au dehors du cylindre *abcd*, & que chaque pression referme vers le cylindre: cette soupape est entiérement semblable à celle qu'on fait aux pompes à vent.

Pour se servir de cet instrument, on remplit le cylindre *e f g h*, *fig. 19*, & conséquemment tout l'espace entre les deux plaques d'argille, de sable blanc broyé très-fin; & quand on a rassemblé toutes les pièces décrites ci-dessus, on remplit le cylindre d'eau distillée aux deux tiers de sa hauteur, & l'on y met toutes les terres alkalines dont les crystaux doivent être composés, suivant l'espèce que l'on desire, ce qui se fait facilement par l'ouverture *α β* faite au couvercle du cylindre, que l'on visse ensuite très-soigneusement; aussi-tôt on retire de côté le bras *f t*, *fig. 19*, on met dans le flacon P un peu de craie grossièrement écrasée, sur laquelle on jette de l'esprit de vitriol, on referme le flacon aussi vite que possible, & l'on presse le bouchon avec le bras *f t*, afin que l'*acide méphitique* qui se dégage de la craie ne puisse sortir, & qu'il soit forcé par la pression de se faire une issue par la soupape de la tige, *fig. 23*, & d'entrer dans le cylindre *a b c d*, duquel il peut sortir par la soupape *α β* du couvercle du cylindre, lorsqu'il y est en si grande quantité qu'on auroit à craindre la rupture du vase. L'eau contenue dans le cylindre se charge d'*acide méphitique*, dont elle prend une portion considérable par rapport à la grande pression qu'elle éprouve à sa surface; elle dissout conséquemment les terres alkalines qui sont dans le cylindre, elle se filtre à travers le sable & les deux plaques d'argille, & se met en forme de gouttes sur la plaque d'argille inférieure, un peu voûtée, où se forment les crystaux.

Ces plaques doivent être si fortement cuites, & leurs interstices si étroits, qu'il ne puisse tomber qu'une goutte de la plaque inférieure, toutes les quinze ou vingt minutes: il seroit même avantageux que l'eau se filtrât encore plus lentement. Quand l'eau est une fois bien chargée de gas acide, il suffit d'y ramener de nouvel *acide méphitique* toutes les vingt-quatre heures, en remettant dans le flacon de la craie & de l'esprit de vitriol. Les deux flacons ne servent que pour la commodité; quand l'un est rempli de craie, on peut employer l'autre; mais on pourroit se contenter d'un seul flacon, parce que, sans déranger l'opération, on peut, lorsqu'il est plein, le séparer du reste de la machine, en dévissant la tige M, *fig. 22*, & le remettre quand il est nettoyé.

C'est avec cet appareil que le célèbre académicien de Berlin assure avoir formé des crystaux de différente dûreté & diversement colorés; ils étoient blancs & médiocrement durs, quand il n'avoit mis que de la terre calcaire dans l'eau du cylindre; ces crystaux étoient blancs, transparens & très-durs quand il n'avoit mis qu'un peu de terre calcaire & beaucoup de terre alumineuse; quand il avoit ajouté de la terre martiale à la terre alumineuse & à la terre calcaire, les crystaux avoient la couleur du rubis.

L'importance de cette découverte décida l'académie royale des sciences de Paris à charger quelques-uns de ses membres d'en répéter les expériences; il paroit, par leur rapport du 22 janvier 1780, qu'ils n'apperçurent aucune crystallisation sur la partie convexe extérieure du diaphragme de terre cuite, quoique la stillation se fût faite avec la lenteur desirée, & que ces appareils eussent été alimentés d'*acide méphitique* pendant treize mois en-

tiers, au lieu que suivant M. Achard l'opération n'exigeoit que dix semaines.

Cette expérience fut répétée dans le même temps par plusieurs autres physiciens à Paris ; & à Dijon, par M. Tartelin, au laboratoire de l'académie, & toujours sans succès.

Dans ces circonstances, il est sage sans doute de suspendre son jugement jusqu'à ce que l'auteur qui paroît avoir observé plus d'une fois ce phénomène, soit parvenu à déterminer les vraies circonstances qui le produisent, de sorte que tous les Chymistes puissent le réaliser sous leurs yeux. Cependant je crois pouvoir présenter quelques observations à l'appui de l'étiologie qui a conduit l'académicien de Berlin.

Je ne dirai pas avec lui que les pierres précieuses étant indissolubles, il faut absolument que le dissolvant abandonne la substance dissoute dans l'instant où la crystallisation se forme ; cette supposition est contraire aux vraies principes des dissolutions, suivant lesquels une portion du dissolvant, quel qu'il soit, reste nécessairement avec le corps dissous. (*Voyez* DISSOLUTION.) Aussi l'illustre Bergman, après avoir proposé la question si le calce entre pur ou méphitisé dans les gemmes, incline à penser *que le calce y est réellement en état de saturation par le gas méphitique*, d'autant plus qu'il a trouvé dans ses analyses une perte qu'il ne pouvoit attribuer qu'à sa volatilisation, (*Opusc. tom 2, pag. 103, édit. franç.* Les gemmes étant indissolubles, quand elles ont une fois passé à l'état concret, M. Achard a pensé que l'on devoit supposer que tout le dissolvant s'en étoit séparé ; mais cette conséquence ne me paroît pas fondée ; il y a une foule d'exemples que je pourrois citer de l'indissolubilité d'un composé par l'une des substances dissolvantes qui entrent dans sa composition, je m'arrêterai à un seul dont l'analogie est frappante ; on sait que le spat calcaire tient une portion d'eau assez considérable, & cependant il est insoluble dans l'eau, même à la faveur de l'*acide méphitique*, qui est de même un de ses principes. L'indissolubilité vient donc du défaut de proportions, comme celle de l'alliage d'or & d'argent dans l'acide nitreux, quoique tous les points de l'alliage présentent certainement une portion quelconque de métal soluble dans cet acide. Aussi ne peut-on douter que quand on aura trouvé le vrai dissolvant des gemmes, il servira non-seulement à les composer en agissant sur leurs divers matériaux, mais il agira encore sur ces corps tout formés, & aura la propriété de les remettre au même point de dissolution où ils ont été dans l'origine & avant toute crystallisation.

L'autre partie de la théorie de M. Achard porte sur des bases plus solides.

Les naturalistes sont bien convaincus aujourd'hui que les crystaux de roche & le quartz crystallisé se forment par la voie humide ; il n'y a pas de collection où l'on ne voie de ces crystaux enfermés dans le schiste, dans le spat pesant, posés sur le spat fluor, & même quelquefois placés & comme moulés sur la mine de fer spatique, toutes matières qui excluent absolument l'idée de la production par le feu ; on peut tirer la même induction de l'état dans lequel on trouve dans ces crystaux du schorl, de l'amiante, du spat pesant, de la pyrite d'antimoine, &c. ; ils ont nécessairement été en état de dissolution avant de se crystalliser, ils ont donc eu pour dissolvant un fluide aqueux.

Ayant eu occasion d'observer, sur les lieux mêmes, des rognons de silex dans des masses de craie, dans des bancs de falaise de plusieurs lieues, des filons de quartz perpendiculaires remplissant des fissures de granit sans lui être adhérens, & sur-tout des crystaux fendillés, cariés, rouillés & visiblement attaqués par quelque autre cause que le frottement, je ne pus m'empêcher de commencer à soupçonner qu'il y avoit reellement un fluide qui travailloit continuellement cette matière, qui la portoit plus ou moins pure, plus ou moins alliée à travers les substances plus poreuses dans les fissures, les géodes & les fours à crystaux (qui ne sont que de grandes géodes), où l'évaporation infiniment lente d'une portion surabondante du dissolvant lui donnoit enfin la forme crystalline déterminée par la forme génératrice de ses élémens, absolument comme se forment, mais dans un temps plus court, les stalactites calcaires dans les grottes, & même sous les voûtes non couvertes.

En considérant après cela la nature des substances qui environnent cette production, sur-tout les masses de craie, les falaises des côtes de la mer, & même des carrières de pierre calcaire, telle que celle qui a été observée en dernier lieu à Champigny par M. Monnet, (*Journ. phys. tom. 25. pag. 93.*) Il est difficile de se refuser à la présomption, que c'est l'*acide méphitique*, ou du moins l'eau méphitisée qui a été le principal agent de ces dissolutions, puisqu'il est impossible d'indiquer aucun autre fluide, à portée des lieux où elles s'opèrent, ni même à un grand éloignement, & que le quartz qui en fait la base étoit précédemment disséminé dans ces masses.

Je dis le *principal agent*, & non le *dissolvant* ; parce que l'eau méphitisée n'a en effet aucune action sur le quartz, & que la saine Chymie ne permet pas d'admettre dans les forces de la nature une distinction purement relative au lieu où elle opère, comme si, toutes choses d'ailleurs égales, les affinités pouvoient être différentes dans les cavités souterraines & dans nos laboratoires (1) ; mais il faut convenir aussi que la Chymie est bien peu

(1) M. Bergman dit à la vérité que l'eau qui n'attaque en aucune façon le silex dans nos laboratoires, le tient néanmoins en dissolution, à Geyser, en Islande, & que cette eau qui jaillit de plus de cent pieds de hauteur sur dix-

avancée

avancée dans la connoissance des dissolvans composés; or je ne fais aucun doute que celui que nous cherchons ici ne soit réellement de cette nature. C'est un fait qui me paroît établi sur la composition des gemmes; ces pierres ont été analysées par MM. Bergman & Achard, par des procédés différens; leurs résultats, comme on devoit s'y attendre, ont un peu varié pour les proportions, mais ils en ont l'un & l'autre extrait les mêmes principes, c'est-à-dire beaucoup d'alumine, beaucoup de quartz, un peu de terre calcaire, & un peu de terre martiale.

Il est bien connu que l'*acide méphitique* agit sur trois de ces principes; mais quand il est uni avec les uns ou les autres, ou même avec plusieurs, n'acquiert-il pas, comme dissolvant composé, des propriétés nouvelles, des affinités différentes, & peut être la force d'attaquer le quartz? Voilà la question que je me suis faite & que je ne crains pas de répéter ici. Il y a déja quelques exemples en Chymie d'une vertu dissolvante produite par la réunion de deux substances par elles-mêmes impuissantes. L'acide nitreux ne touche pas à la platine, l'alkali encore moins, & le nitre lui enlève le principe métallisant. Le souffre, ni l'alkali séparés ne peuvent rien sur l'or & l'hépar le dissout. C'en est assez pour nous avertir de ne pas juger toujours sur des analogies qui nous ont si souvent trompé.

Les plus petits faits donnent quelquefois de grandes instructions au philosophe qui sait les envisager sous de nouveaux rapports; cette considération me détermine à rappeller ici l'adhérence de la chaux avec le quartz dans les mortiers, l'adhérence opiniâtre des taches que laisse l'eau de chaux sur le crystal, sur le verre qui est formé en grande partie de quartz; & qu'est-ce que cette adhérence? sinon l'effet d'une attraction qui approche de l'attraction d'affinité. *Voyez* ADHÉSION.

Je rappellerai encore une observation tout aussi familière, c'est l'existence du quartz dans l'eau: il y a des eaux qui incrustent les vaisseaux domestiques, la croute qu'elles y laissent tient, suivant M. Bergman, $\frac{4}{100}$ de parties quartzeuses, & cet illustre Chymiste assure avoir trouvé jusqu'à un grain de poussière de silex dans une kanne (ou deux pintes trois quarts de Paris) d'une eau de puits. (*Opusc. tom. 1, pag. 173, édit. franç.*) Il est possible sans doute que des molécules très-subtiles restent quelque temps suspendues dans l'eau, après y avoir été portées par l'agitation; mais qu'elles persistent dans le repos, qu'elles ne soient pas même séparées par le filtre, (car l'auteur ne nous laisse pas dans le doute sur cette circonstance) je ne puis croire avec lui que ce ne soit là qu'une suspension méchanique prolongée par la résistance des frottemens; & quand son analyse me découvre dans les mêmes eaux le méphite calcaire très-abondant, je me sens porté à conclure qu'il y a affinité.

Il nous reste cependant un argument plus puissant & si direct, qu'on est presque étonné que l'on n'ait pas pensé plutôt à en faire l'application. La terre calcaire dissout les quartz par la voie sèche, ou pour mieux dire, ces deux substances se dissolvent réciproquement; il y a donc affinité entre elles. On peut d'autant moins en douter que la chaleur seule est par elle-même inefficace. La conséquence de l'affinité par la voie sèche à l'affinité par la voie humide, est fondée sur une analogie constante; cette analogie se retrouve dans des opérations sur le quartz qui touchent de bien près au thême de la question; l'alkali fixe dissout aussi cette terre à l'aide de la chaleur, il la tient en dissolution par la voie humide dans la liqueur des cailloux; je ne vois pas pourquoi le calce n'auroit d'action que quand la condition de la fluidité seroit remplie par le feu actuel; & peut-être que si l'eau de chaux pouvoit être un peu plus concentrée, elle pourroit aussi faire une liqueur des cailloux, & retenir le quartz dissous de même que l'alkali.

C'est après avoir long-temps pesé toutes ces circonstances & envisagé tous leurs rapports, que malgré le peu de succès des tentatives multipliées pour répéter l'expérience de M. Achard, j'y ai repris assez de confiance pour entreprendre de la faire réussir avec de légers changemens dans les préparations, conséquens à la théorie un peu différente que j'en avois conçue, & qui vont être décrits.

J'ai chargé, autant qu'il m'a été possible, de gas *acide méphitique* de l'eau de pluie bien filtrée, j'ai pris pour cela un jour où le thermomètre étoit seulement à trois dégrés au-dessus de zéro. Ayant d'autre part préparé de l'eau de chaux, aussi avec de l'eau de pluie, j'en ai fait le mélange en tâtant les proportions, jusqu'à ce que la liqueur devenue limpide, contînt tout le calce méphitisé qu'elle pouvoit tenir en dissolution. Cette liqueur a été mise tout de suite dans un flacon, avec sept fragmens de crystal de roche bien nets, d'une cassure récente, & exactement pesés. Ce flacon bouché simplement avec du liège, mais recouvert d'une vessie ficelée, a été marqué A & placé renversé sur son bouchon dans un lieu tranquille.

Dans un flacon pareil marqué B, j'ais mis de l'eau saturée au même point de gas *acide méphitique* & de calce méphitisé, j'ai mis six fragmens de même crystal & quatre gros d'alumine ou terre alumineuse

---

neuf de diamètre, dépose tous les jours une quantité de matière quartzeuse, qui produisit à la fin des masses énormes. Mais le savant professeur d'Upsal a bien senti que cette nouvelle affinité ne pouvoit être déterminée que par la présence d'une autre matière qui augmentât la force dissolvante de l'eau; il suppose que c'est la matière de la chaleur, qu'il est difficile en effet d'accumuler au même point dans nos laboratoires, à moins qu'on n'y applique le digesteur de Papin, comme il le conseille pour vérifier sa conjecture. (*Opusc. tom. 3, dissert. 32, §. XI.*)

précipitée exprès de l'alun par l'alkali volatil, qui est, comme on le verra ailleurs, le seul moyen de l'obtenir pure. Ce flacon a été bouché & renversé comme le premier & placé à côté.

Dans un troisième flacon marqué C, j'ais mis de l'eau chargée de gas *acide méphitique*, neuf fragmens de même crystal de roche, aussi exactement pesés, & un lingot de fer de cinq pouces de longueur, de trois lignes & demie de toute face, limé à neuf de tous côtés, excepté aux deux bouts dont la cassure étoit récente, & qui furent laissés exprès en cet état. Ce flacon a été placé près des autres.

Enfin dans un quatrième flacon marqué D, rempli de même eau chargée d'*acide méphitique* & de calce méphitisé, j'ajoutai deux onces de sable quartzeux crystallin, non lavé & tel qu'on le tire à Bretigny, à deux lieues de Dijon; & ce flacon fut abandonné près des autres dans la même situation.

Au bout de neuf mois & quelques jours ces flacons ont été ouverts, & ceux marqués B & D ne m'ont présenté aucune observation importante, si ce n'est que le thermomètre étant alors à treize degrés, le gas *acide méphitique* a fait, au moment de l'ouverture une éruption violente, qui annonçoit qu'il avoit été bien contenu par les bouchons, malgré la raréfaction occasionnée par les chaleurs de l'été. Au reste, ayant filtré & évaporé la liqueur, il m'a paru que le résidu a été entièrement dissous dans l'acide nitreux, & le crystal de roche du flacon B n'avoit éprouvé aucune diminution sensible. Je m'attendois du moins à trouver quelques-uns de ces crystaux dont a parlé M. Priestley, (*Nouvelles observations*, &c. *tom.* 2, *pag.* 225, *édit. franç.*) & qui sont composés d'*acide méphitique* & de terre d'alun, mais je ne vis rien de semblable.

Le crystal de roche du flacon A paroissoit avoir perdu $\frac{1}{4}$ de grain de son poids; mais ce résultat est trop foible & en même temps trop équivoque pour mériter attention.

Il n'en est pas de même du flacon C, le fer avoit été tellement attaqué, que l'eau filtrée a déposé à l'air libre près de deux grains de terre martiale, ce qui est sans doute assez considérable pour un flacon qui tient à peine la pinte de Paris; cette terre ne sautoit pas à l'aimant, mais quand on le promenoit dessus, ses angles en rapportoient des parcelles; l'acide nitreux versé dessus, n'y a produit aucune effervescence sensible, & il y a eu très-peu de dissolution.

Les neuf fragmens de crystal de roche qui, avant l'opération, pesoient très-juste vingt-sept grains $\frac{1}{4}$ ne pesoient plus que vingt-sept grains, quoiqu'ils fussent en partie couverts d'une pellicule martiale qui, en séchant, étoit devenue un peu adhérente. Au surplus ils n'étoient pas sensiblement dépolis.

Le lingot de fer étoit couvert de rouille, il fut lavé, c'est-à-dire passé avec ménagement dans l'eau distillée, pour enlever tout ce qui pouvoit s'en détacher par l'agitation, & je le laissai sécher à l'air libre. Quelques jours après, en voulant examiner sa surface à la loupe pour y chercher des traces régulières de la dissolution, je fus agréablement surpris d'appercevoir un point vitreux à l'angle d'un de ses côtés, & qui étoit comme retenu par une espèce de bourrelet saillant qui se prolongeoit sur cette arrête, & qui étoit formé par la chaux martiale. L'extrême petitesse de ce crystal ne m'a pas permis d'en distinguer parfaitement la figure, mais je crois pouvoir assurer, d'après un grand nombre d'observations & le témoignage de plusieurs personnes que j'ai priées de l'examiner, qu'il paroît formé de plans réguliers qui se terminent en pyramides, qu'il est posé parallèlement au prisme qui semble aussi former une pyramide plus allongée; que vu d'un certain sens, il a une apparence, quoique très-foible de rubasse, ce qui peut très-bien cependant n'avoir d'autre cause que quelque pellicule martiale, ou même un reflet des parties contigues. Je ne dois pas omettre que le même côté du lingot de fer présentoit encore quelques points crystallins plus blancs & moins brillans, mais d'ailleurs si petits, que l'œil armé des plus fortes lentilles ne pouvoit en déterminer la figure.

Ce ne sont pas là sans doute des crystaux de dix lignes de longueur, & je conviens que quoique le volume n'ajoute réellement rien à l'existence, il contribue beaucoup à nous rassurer contre l'illusion des sens qui en déposent; aussi je ne prétends pas donner cette expérience comme absolument décisive; mais le procédé en est si simple, il exige si peu de soins, l'objet en est si intéressant, la théorie que j'en ai donnée me paroît tellement faite pour disposer à la confiance, que je ne doute pas que les Chymistes ne s'empressent de la répéter, & j'espère qu'ils obtiendront des effets plus prononcés, des produits que l'on pourra soumettre à des épreuves décisives. J'ai simplement passé le lingot de fer dans l'acide nitreux, & mon atôme crystallin n'a pas été détruit, & je n'ai apperçu aucune effervescence; voilà tout ce que j'ai pu faire sans risquer d'anéantir un monument qui peut avoir quelque prix tant qu'il sera unique.

Si on parvient à en produire de plus considérables, il ne sera pas difficile d'assigner la condition qui a fait réussir l'expérience de M. Achard, sans qu'il ait soupçonné son influence, & la condition qui a manqué dans les procédés de ceux qui ont cherché à la vérifier. On aura la solution d'un des problèmes les plus importans & les plus difficiles, de ceux qui tiennent à la fois à la Chymie & à l'histoire naturelle, & j'aurai la satisfaction d'y avoir contribué par la marche que m'a fait prendre la méditation des phénomènes analogues qui se présentent tous les jours à nos yeux dans le laboratoire du Chymiste comme dans les grands atteliers de la nature.

Affinités de l'acide méphitique avec les autres bases.

L'illustre Bergman a placé dans la nouvelle édition de sa table des attractions électives, les substances qui s'unissent à cet acide, comme il suit :

Le barote ou terre du spat pesant.
Le calce ou terre calcaire pure.
La potasse.
La soude.
La magnésie.
L'ammoniac ou alkali volatil.
L'alumine ou terre de l'alun.

Les chaux { de zinc. de fer. de manganèse. de cobalt. de nickel. de plomb. d'étain. de cuivre. de bismuth. d'antimoine. d'arsenic. de mercure. d'argent. d'or. de platine.

L'eau.
L'esprit de vin.
L'huile essentielle.
L'huile grasse.

On voit, dans les tables que M. Achard a publiées sur les affinités de l'*acide méphitique*, que l'alkali fixe & même l'alkali volatil en liqueur précipitent la dissolution de *terre calcaire* par l'eau méphitisée, & on pourroit être tenté d'en conclure que les alkalis ont plus d'affinité avec cet acide ; mais M. Bergman a très-bien expliqué cette anomalie : le méphite calcaire n'est soluble que dans l'excès de son acide, les alkalis le précipitent donc en reprenant cet excès ; mais il se précipite en état effervescent & par conséquent saturé. Il en est de même de la magnésie par rapport à l'alkali volatil caustique.

M. Bergman croit que cent parties d'*acide méphitique* peuvent en dissoudre trente de ce qu'il appelle argille pure, & que nous nommons *alumine* ; si cela étoit, il n'y auroit rien de surprenant dans la crystallisation observée par M. Priestley, & dont nous avons deja eu occasion de parler ; mais ce grand physicien se borne à décrire la forme de ces crystaux composés de deux pyramides héxaèdres unies base à base, il ne paroit pas s'être assuré de leur nature par aucune épreuve chymique ; en un mot ce n'est que sur la saveur alumineuse qu'il leur a trouvée qu'il présume que cette substance saline étoit produite par le gas *acide méphitique* saturé d'alumine ; & il est possible, même probable, que ces crystaux avoient reçu leur forme & leur saveur des sels adhérens au précipité terreux.

M. Bergman cite deux autres faits en preuve de son opinion : la première, que l'argille de cologne donne à un feu violent une quantité de gas *acide méphitique* qui excède plusieurs fois son volume, je suis bien éloigné de suspecter le témoignage d'un Chymiste aussi exact ; mais il avoue qu'il se dégage au commencement du gas inflammable ; elle contient donc des matières phlogistiques, & ces matières, en se brûlant, ont pu fournir le gas *acide méphitique*.

Le second fait indiqué par M. Bergman, est que lorsqu'on précipite l'alumine par le méphite de potasse, la liqueur qui passe limpide par le filtre se trouble & dépose un peu de terre quand elle a été quelques jours exposée à l'air libre. J'observerai d'abord que cette évaporation spontanée du gas supposeroit une bien foible adhérence ; mais nous verrons que les alkalis caustiques font paroître & disparoître à un certain point le précipité d'alun ; ils peuvent donc dissoudre une portion de cette terre, & dès-lors l'observation du savant professeur d'Upsal est susceptible d'une autre explication, en ce qu'il est également probable que c'est l'alkali privé de gas par l'acide vitriolique qui a retenu cette portion de terre, & qui reprenant insensiblement le gas méphitique à l'air libre, laisse aller l'alumine avec lequelle il a encore moins d'affinité.

J'insiste d'autant plus sur ces raisons de douter que quelques Chymistes rapportent des expériences qui semblent démentir cette affinité. M. Wenzel a fait dissoudre une demie once de terre d'alun dans l'acide vitriolique, en observant de se servir d'un vaisseau à long col, & de tenir note des poids avant & après la dissolution, il n'y a eu aucune diminution. (*Traité des affinités, &c. publié en allemand.*) La terre alumineuse ne tenoit donc aucune portion de gas méphitique ; car il est évident qu'il auroit été dégagé par l'acide plus puissant.

Le même auteur assure que les *précipités métalliques* privés d'air, c'est-à-dire d'air fixe ou *acide méphitique*, l'enlèvent à l'alkali volatil & aux deux alkalis fixes dissous dans l'eau, lorsqu'on les met dans cette dissolution ; mais il ne dit pas par quels moyens il s'est convaincu que ces alkalis étoient réellement devenus caustiques & les chaux méphitisées ; & M. Bergman établit le fait contraire, puisqu'ayant précipité le fer, le zinc & la manganèse dissous dans l'eau méphitisée par l'alkali caustique, il a reconnu que ces chaux métalliques étoient séparées *dans l'état caustique* (*Voyez opusc. tom. 1, pag. 38.*) Je pourrois ajouter que M. Achard a pareillement observé que le fer étoit précipité de sa dissolution méphitique, *comme de toute autre dissolution acide* par l'alkali caustique, & non par l'alkali saturé de gas *acide méphitique* ; cependant il ne dit pas avoir examiné l'état du précipité, & sans cela l'observation ne conclut rien, parce que la précipitation peut n'être occasionnée que par la

privation de l'acide surabondant à l'état de saturation, & nécessaire seulement pour la dissolubilité.

Une remarque importante sur ces dissolutions méphitiques des métaux, est que, de même que dans toutes les autres dissolutions acides, le métal ne peut entrer en combinaison, sans perdre une partie de son phlogistique, sans recevoir en échange une portion du principe acidifiant, & probablement un peu de matière calorifique; l'*acide méphitique* est donc en état d'exercer cette action, de fournir ces principes, & il souffre la décomposition partielle nécessaire à cet effet.

Par rapport à l'ordre d'affinité des métaux entre eux, M. Bergman convient qu'il ne l'a jugé que par analogie, & sur ce qu'il ne voyoit aucune raison de s'écarter de la marche ordinaire des autres acides, parce qu'on ne peut guères espérer de proportionner les quantités de cet acide, de manière qu'il n'y en ait que pour un des métaux, & que toutes les fois que le même dissolvant retient à la fois plusieurs substances, il n'y a plus ni précipitation ni exclusion à observer. Il paroît d'ailleurs porté à penser que si la limaille de zinc jettée dans la dissolution méphitique de fer n'y occasionne pas de précipité, quoique le zinc soit réellement attaqué; c'est que les méphites métalliques peu solubles dans l'eau, quand ils sont seuls, s'y dissolvent en plus grande quantité quand ils sont réunis, comme il arrive à plusieurs autres sels, (*Voyez* EAU) ce qui confirme ce que j'ai dit précédemment de la puissance des dissolvans composés.

MM. Bergman & Wenzel se sont appliqués à déterminer la quantité de gas *acide méphitique* que pouvoient prendre les chaux métalliques, ils ont jugé l'un & l'autre que l'expérience seroit plus facile & plus sûre par voie de double affinité, c'est-à-dire en précipitant le métal de sa dissolution acide par un alkali saturé d'*acide méphitique*, ils ont suivi au fond le même procédé qui consiste à redissoudre le méphite métallique dans un acide plus puissant, & à estimer par la perte de poids la quantité de gas que la chaux avoit retenue & qui s'est volatilisée pendant la seconde dissolution; il paroît enfin que ces deux habiles Chymistes ont pris les mêmes précautions pour purifier les matières, pour ne pas excéder le point de saturation dans la précipitation par l'alkali, & pour empêcher qu'il n'y eût, pendant la seconde dissolution, d'autre volatilisation que celle du gas; ce que l'on prévient facilement en employant un ballon à long col, & ne projetant que successivement les matières pesées d'avance. Il ne peut qu'être avantageux de comparer les résultats de leur travail; c'est ce qui me décide à les présenter ici rassemblés, au lieu de les renvoyer à chacun des articles auxquels ils paroissent appartenir.

100 parties (*précipitées par l'alkali saturé d'acide méphitique.*)	ONT DONNÉ *de précipité sec,* suivant M. Bergman,	suivant M. Wenzel,
de zinc	100,930	100,774
de fer	200,250	108,063
de manganèse	100,800	
de cobalt	100,600	
de nickel	100,350	
de plomb	100,320	100,304
d'étain	100,310	100,345
de cuivre	100,940	100,884
de bismuth	100,300	100,224
d'antimoine	100,400	100,395
de mercure	100,100	100,062
d'argent	100,290	100,288
d'or	100,060	100,326

Je n'ai pas fait mention de la platine dans cette table, parce que M. Bergman a observé qu'elle restoit pour la plus grande partie dans la liqueur sous forme de sel triple; & il y a lieu de croire que c'est l'incertitude occasionnée par la solubilité de l'arsenic qui l'a empêché d'indiquer la quantité de précipité que donne ce demi métal.

Je n'ai pas besoin de faire observer jusqu'à quel point ces résultats sont différens, & combien cette différence annonce de difficultés lorsqu'il s'agit de doser ou de déterminer les proportions. Il est vrai que le degré de dessication peut varier, quoiqu'il soit facile de lui donner un terme comparable. (*Voyez* DESSICATION.) D'ailleurs M. Bergman s'est servi de l'alkali mineral, & M. Wenzel de l'alkali végétal: mais ces deux causes réunies sont bien éloignées de rendre compte de la prodigieuse différence des produits, sur-tout les deux alkalis étant supposés purs & complettement saturés de gas *acide méphitique*.

Au reste, ces Chymistes s'accordent sur deux points importans: l'un que l'eau adhérente au précipité, même après sa dessication, contribue à l'augmentation de poids, l'autre qu'il y a une portion de cette augmentation indépendante du poids de l'eau & de celui du gas réunis. Ce n'est pas ici le lieu de s'arrêter à cette seconde proposition, (*Voyez* CHAUX METALLIQUE.) mais il est bon de suivre le travail de ces auteurs pour déterminer maintenant par voie d'analyse la quantité de gas qui s'étoit réellement uni à ces précipités.

M. Bergman se borne à en donner l'exemple par rapport au plomb; des 132 livres de précipité produit de cent livres de ce métal, il en assigne 21 livres pour le poids de l'acide gaseux, parce que ce précipité ayant été redissous avec précaution dans l'acide nitreux, il y a eu précisément déchet de cette quantité sur toutes les matières; il estime qu'il tient huit livres d'eau, parce qu'il les a séparées par la distillation; mais nous verrons ailleurs que 132 parties de même précipité retiennent dix d'augmentation à un feu bien plus violent, ce qui

ne peut s'expliquer, que parce qu'une portion du gas *acide méphitique* dégagé pendant la dissolution, reste sous forme d'air vital, principe acidifiant dans la calcination.

M. Wenzel a porté plus loin ces expériences, il a de même redissous tous ses précipités, & voici la table des déchets observés pendant ces dissolutions :

Le précipité de zinc *a perdu de son poids*	. .	0,137
de fer	. .	0,009
de cobalt	. .	0,352
de plomb	. .	0,157
d'étain	. .	0,000
de cuivre	. .	0,174
de bismuth	. .	0,056
d'antimoine	. .	0,000
de mercure	. .	0,038
d'argent	. .	0,158
d'or	. .	0,144

C'est un phénomène bien digne de remarque, que ni l'étain ni l'antimoine n'aient éprouvé aucune perte en se combinant avec leurs dissolvans, qui étoient pour le premier l'acide muriatique, & pour le second l'acide régalin. On ne peut pas présumer que l'augmentation que ces métaux avoient pris lors de la précipitation leur reste adhérente dans cette nouvelle composition, dans l'état de gas *acide méphitique*, ni même qu'une aussi grande quantité de ce gas ait été absorbée par l'eau des nouveaux dissolvans : voilà donc encore un motif de conjecturer que quelques substances metalliques ont la faculté de s'approprier le gas méphitique en état d'air vital, de le conserver ainsi dans leur union avec d'autres acides, de le conserver même au feu le plus violent; car le même Chymiste nous apprend que 240 grains de ce précipité d'étain n'ont perdu en quatre heures de calcination sous la mouffle, que seize grains, c'est-à-dire à peu près l'eau qu'il avoit retenu.

Dans cette hypothèse, on ne sera plus aussi surpris de la difficulté de déterminer les proportions d'un principe à la fois fugace & variable, tantôt volatil, tantôt fixe, & du peu d'accord & même d'analogie apparente dans les résultats : mais en perdant l'espérance de concilier ces calculs établis d'après nos idées actuelles, nous sommes forcés d'envisager les objets sous une autre face, & nous acquérons ainsi de nouvelles vues théoriques.

M. Achard a publié en allemand une savante dissertation (*Chymisch physische schriften*) sur l'eau saturée de gas *acide méphitique* comme dissolvant des alkalis des terres & des métaux, & sur ses affinités, tant avec ces substances que relativement aux autres acides. Ce Chymiste commence par établir des principes aussi nouveaux qu'importans sur la manière de considérer ce qui résulte des essais de décomposition par affinité double, d'après lesquels il détermine quatre-vingt cas différens, & en donne les formules : on trouvera à l'article AFFINITE l'exposition de ces vues générales, je me borne à extraire ici ce qui peut completter le système des affinités de notre acide.

Après l'idée que l'on a prise d'abord, que quelques-uns conservent encore aujourd'hui, du peu de puissance d'un acide, presque habituellement répandu dans l'air, qui est lui-même de sa nature & essentiellement fluide aériforme, lorsqu'il est libre; on a peine à concevoir qu'il puisse être le principal agent de la dissolution du crystal de roche, de cette matière qui résiste aux acides minéraux; c'est que quand les principes nous manquent, nous raisonnons par préjugés : l'image des effets violens que produisent sur nous ces substances corrosives, se présente à notre esprit & nous sert de mesure de la force des dissolvans; mais tous ces effets ne reconnoissent non plus d'autre cause que le degré d'affinité, & la nature ne nous a-t-elle pas déja fourni assez d'exemples dans lesquels il est indépendant de nos sensations? En voici un qui achevera sans doute de détruire cette prévention; nous allons voir que l'acide gaseux peut enlever des bases, même aux acides minéraux.

M. Achard a versé de l'eau chargée d'*acide méphitique* dans les *dissolutions vitrioliques* d'étain & de zinc, dans les *dissolutions nitreuses* d'argent, de plomb & de bismuth, dans les *dissolutions régalines* d'antimoine & de cobalt, dans les *dissolutions acéteuses* de mercure, de cuivre & d'étain; il y a eu précipitation d'une partie plus ou moins considérable de ces métaux. M. Lavoisier avoit bien observé que l'eau méphitisée troubloit un peu la dissolution d'argent par l'acide nitreux; mais il soupçonnoit que cette précipitation pouvoit être occasionnée par une portion d'acide muriatique dégagée de la craie lors de l'extraction de l'*acide méphitique*; & ce soupçon n'étoit pas sans fondement, puisqu'il est bien vérifié que toutes les craies tiennent effectivement un peu de sel commun. (*Opusc. de Bergman. tom. 1, pag. 7, édit. franç.*) Cependant les expériences multipliées de M. Achard s'accordent si peu avec cette supposition, qu'elles nous forcent de recourir à une autre explication; en effet l'acide muriatique supposé ne devroit précipiter ni le cuivre, ni l'étain, ni le zinc, & bien moins encore l'antimoine & le cobalt tenus en dissolution par l'eau régale. Quelle peut donc être la cause de la décomposition de ces sels? Les circonstances nous l'indiquent, c'est l'affinité, c'est l'attraction élective que l'*acide méphitique* introduit dans ces dissolutions, exerce sur leurs bases métalliques; il les enlève aux acides minéraux tout de même que les acides gallique, prussique, &c. quoique d'un ordre de puissance très-inférieur, leur enlèvent pourtant ces bases; en se les appropriant, il en forme comme eux, des sels peu solubles qui deviennent visibles; & peut-être que toutes les fois que la précipitation n'est pas complette, que le précipité est peu abondant,

ce n'eſt pas qu'il n'y ait décompoſition totale, mais uniquement parce qu'il reſte dans la liqueur plus ou moins de ces nouveaux ſels inégalement ſolubles.

Il ſera facile de vérifier cette hypothèſe par l'examen de l'état des précipités ; ſi ce ſont réellement des méphites métalliques, elle ſera démontrée ; & on ne peut s'empêcher de regretter que M. Achard n'ait pas ſenti que l'objet de ſes recherches le conduiſoit naturellement à acquérir encore cette certitude.

Ces affinités une fois établies, j'en vois naître l'explication d'un phénomène qui a juſqu'à préſent fort embarraſſé les Chymiſtes : il y a des diſſolutions qu'ils nomment *non-permanentes*, parce qu'elles dépoſent à la longue une partie de leurs baſes, & ce ſont préciſément des baſes métalliques ; on ne ſavoit à quoi attribuer cette décompoſition ſpontanée ; les ſyſtématiques, à leur ordinaire, ſe payoient de mots, au lieu de choſes ; les Chymiſtes exacts ſentoient bien qu'il ne pouvoit y avoir de changement ſans acceſſion ou diſſipation de matière quelconque, mais ils n'en voyoient point de traces ; on trouvera probablement que les dépôts qui ſe forment dans ces diſſolutions ſont de vrais ſels méphitiques ; on obſervera peut-être que cette affinité de l'acide gaſeux augmente ou diminue ſuivant que le métal retient, dans ſa première combinaiſon plus ou moins de phlogiſtique ; & on conclura que c'eſt l'acceſſion de cet acide répandu dans l'atmoſphère qui décide inſenſiblement ces précipités, comme elle change peu à peu la nature des alkalis cauſtiques.

M. Achard a encore eſſayé d'autres décompoſitions par double affinité ; il a préparé pour cela des diſſolutions méphitiques d'argent, d'étain, de plomb, de cuivre, de fer, de mercure, de zinc, de biſmuth, d'antimoine, de cobalt ; il a verſé dans ces diſſolutions des diſſolutions métalliques par les autres acides minéraux & végétaux, il a noté les changemens que produiſoit ce mêlange & a dreſſé *dix* tables de ces réſultats. En voici quelques-uns des plus remarquables.

Si on mêle les diſſolutions méphitiques d'*argent* & de *cuivre*, il y a précipité jaune, & c'eſt le *cuivre* qui ſe ſépare.

Si on mêle les diſſolutions méphitiques d'*argent* & de fer, le *fer* eſt abondamment précipité en noir.

La diſſolution méphitique d'*argent* étant mêlée à la diſſolution vitriolique d'étain, c'eſt l'*étain* qui ſe précipite en poudre jaune.

La diſſolution méphitique d'*argent* étant mêlée à la diſſolution acéteuſe de fer, le *fer* eſt abondamment précipité en brun.

Il en eſt de même quand on y mêle les diſſolutions nitreuſe & acéteuſe de zinc, c'eſt le *zinc* qui eſt précipité.

La diſſolution méphitique *d'étain* verſée dans les diſſolutions méphitiques de *fer*, de *cuivre*, de *mercure* & d'*antimoine* fait précipiter ces métaux, tandis qu'elle ne produit aucun changement dans les diſſolutions méphitiques de plomb, de zinc & de cobalt.

La diſſolution méphitique d'*étain* précipite le *zinc* de ſa diſſolution nitreuſe, & non de ſa diſſolution muriatique, ni de ſa diſſolution acéteuſe ; elle précipite l'*antimoine* de ſa diſſolution par l'eau régale, & le *cobalt* de ſes diſſolutions nitreuſe, muriatique & régaline.

Dans le mêlange de la *diſſolution méphitique de plomb*, avec les diſſolutions méphitiques de *cuivre*, de *mercure*, de *biſmuth* & d'*antimoine*, ces quatre métaux ſont précipités ; avec la diſſolution méphitique de *fer*, il n'y a aucun changement ; avec celle de *cobalt*, c'eſt le *plomb* qui eſt précipité.

Voici préſentement ce qui ſe paſſe lors du mêlange de la diſſolution méphitique du *plomb* avec les diſſolutions métalliques par d'autres acides.

Elle n'occaſionne aucun changement dans les diſſolutions :

Vitrioliques	*nitreuſes*	*muriatiques*	*régalines*	*acéteuſes.*
d'étain.	de cuiv.	de cuivre.	d'or.	de cuiv.
de fer.	d'étain.	de fer.	de cuiv.	de fer.
de zinc.	de fer.	de zinc.	d'étain.	de zinc.
	de merc.		de fer.	
	de zinc.		de zinc.	
			d'antim.	
			de cob.	
			d'arſén.	

Elle ne fait que troubler inſtantanément la diſſolution nitreuſe du biſmuth.

Elle *précipite* au contraire les diſſolutions :

Nitreuſes	*muriatiques*	*régalines*	*acéteuſes.*
d'argent.	d'étain.	de zinc.	d'étain.
de cobalt.		d'antim.	de mercure.
		de cobalt.	

C'en eſt aſſez pour donner une idée de l'immenſité du travail de M. Achard, & de l'intérêt de ces obſervations, d'autant plus qu'il y en a qui demanderoient peut-être à être revues avant que d'en rechercher la cauſe ; il eſt difficile, par exemple, de concevoir comment il peut réſulter une précipitation du mêlange de deux diſſolutions faites par le même diſſolvant, par la même eau ſaturée de gas *acide méphitique*, puiſqu'il ne peut y avoir ni échange, ni diminution de ſolubilité.

Cependant le célèbre académicien de Berlin tire de ces obſervations des conſéquences qui changent abſolument l'ordre des affininités de notre acide établies par l'illuſtre Bergman. Il n'eſt plus ici queſtion des alkalis & des terres, j'ai déja fait voir ce qui avoit induit en erreur M. Achard : la ſupériorité d'attraction des terres barotique & calcaire eſt bien décidée par la propriété qu'elles ont de rendre les al-

lis caustiques; que ce soit une affinité simple ou un échange déterminé par l'action simultanée du principe calorifique, il n'est pas moins vrai que l'*acide méphitique* quitte l'alkali pour s'unir à ces terres.

Par rapport aux *métaux*, M. Achard les place dans l'ordre suivant : le *cobalt*, le *zinc*, l'*étain*, le *plomb*, l'*argent*, le *cuivre*, le *mercure*, le *fer*, le *bismuth* & l'*antimoine*. Il va même jusqu'à penser que l'affinité de l'*acide méphitique* avec les quatre premiers est à très-peu près, ou même entièrement égale à l'affinité de cet acide avec les terres calcaire & magnésienne.

On jugera sans doute que ce nouvel ordre n'est pas établi sur des expériences assez directes, mais c'étoit un motif de plus de les faire connoître ; elles ne serviront pas seulement à diriger les recherches que cette matière exige, elles nous montrent encore des phénomènes qui, quoiqu'étrangers à la doctrine des affinités simples de notre acide, ne méritent pas moins notre attention, si nous voulons acquérir la pleine connoissance de ses propriétés.

Les liqueurs inflammables absorbent avidement le gas *acide méphitique*.

M. Bergman a observé : que lorsqu'on renversoit dans l'esprit-de-vin une bouteille remplie de ce gas, il en absorboit le double de son volume à une température de huit dégrés au-dessus de zéro.

Que l'huile d'olive en prenoit, par le même procédé, un volume égal au sien ; que lorsqu'on le dégageoit ensuite par le feu, il étoit altéré au point qu'il étoit susceptible de s'enflammer & presque immiscible à l'eau.

Que l'huile de thérébentine en absorboit presque le double de son volume, & avec une telle avidité, que cela alloit à environ un quart du tout dans la première heure.

Que l'éther ne diminuoit point ce gas, qu'il lui faisoit au contraire occuper un espace double; mais qu'en faisant repasser ce fluide dans l'eau, il recouvroit son premier volume & toutes ses propriétés.

J'ai annoncé, il y a long-temps, que la potasse caustique se crystallisoit à la longue sous les huiles grasses & essentielles, de même qu'au fond d'un vase rempli d'eau ; ce qui prouve, ou que malgré l'affinité de l'air avec l'*acide méphitique*, ces fluides s'en impregnent & le transmettent à l'alkali ; ou qu'ils lui portent de l'air vital dont il s'approprie une partie, en communiquant à l'autre la matière calorifique.

M. Henry a communiqué à M. Priestley des expériences desquelles il résulte que la salive peut absorber trois fois son volume de gas *acide méphitique*.

Le même académicien est parvenu à dissoudre le camphre dans de l'eau qu'il continuoit de charger d'*acide méphitique*, & à l'aide d'un peu d'agitation.

On attribue à ce gas la propriété de conserver les fruits & les chairs animales qui y sont plongés ; ce qu'il n'opère qu'en formant autour de ces substances une atmosphère de matière inerte, & qui les défend absolument du contact d'un fluide plus actif, dont l'affinité avec quelques-uns de leurs principes, travailleroit sans cela à en désorganiser la combinaison.

On a cru que l'*acide méphitique* pouvoit dissoudre les pierres de la vessie. M. Priestley a publié des observations de MM. Hulme, Percival & Saunders, qui sont très-favorables à cette opinion. Le dernier assure qu'ayant mis dix grains de ces pierres dans deux onces d'eau distillée, il n'y eut aucune diminution de poids, mais que dix grains placés dans une pareille quantité d'eau saturée d'*acide méphitique*, ont perdu trois grains en quelques heures. D'autre part, M. Achard rapporte qu'une pierre du poids de 3 onces 29 grains $\frac{1}{16}$ qu'il avoit laissée plusieurs jours dans une quarte d'eau saturée d'*acide méphitique*, a pesé, après avoir été séchée, 3 onces 28 grains $\frac{11}{16}$. D'où il conclut que ce dissolvant ne peut-être d'un grand secours, si toutes les pierres sont de la même qualité. Mais depuis la belle analyse que MM. Schéele & Bergman ont donné de ce bezoard animal dans les mémoires de l'académie de Stockolm, il n'est plus possible de supposer aucune affinité de l'*acide méphitique* avec cette substance. (*Voyez* ACIDE BEZOARDIQUE, *additions à la suite des articles* ACIDES.) S'il est vrai que l'eau méphitisée ait procuré quelque soulagement dans cette maladie, il ne peut être attribué qu'à l'action dissolvante de l'eau elle-même administrée en quantité, & l'*acide méphitique* aura pu servir seulement à prévenir d'autres effets nuisibles de cette excessive quantité d'eau, en lui communiquant sa vertu antiseptique.

M. Priestley a bien retiré de l'*acide méphitique* de l'urine récente, à peu près le cinquième de son volume ; mais il convient qu'il eut besoin pour cela de la chaleur, même continuée pendant quelques heures : ce qui est bien éloigné de ce que plusieurs admettent que ce gas contenu dans les alimens passe jusques dans la vessie : le docteur Percival a même publié dans le *London médical journal*, qu'en buvant abondamment de l'eau méphitisée, l'urine peut être presque saturée de gas méphitique ; j'ai tout lieu de croire qu'il a été trompé par l'acide-phosphorique libre qui se trouve dans l'urine, ainsi que M. Berthollet l'a démontré. (*Mém. de l'acad. roy. des scienc. ann. 1780.*) J'eus occasion au mois de novembre 1783 d'en faire l'épreuve, je prenois régulièrement les eaux de seltz artificielles ; ayant versé de l'eau de chaux dans l'urine que je rendis, après avoir bu une bouteille entière de cette eau, je vis en effet un précipité si abondant, que je commençois à être persuadé de la vérité de l'opinion du docteur Percival ; mais ce précipité filtré,

féché, même abandonné à l'air pendant plus d'un mois, n'a fait aucune effervescence avec les acides; ainsi l'eau de chaux n'avoit trouvé que de l'acide phosphorique. L'eau méphitisée auroit-elle la propriété d'augmenter la secrétion de cet acide animal? C'est une question que j'abandonne à l'examen des médecins.

Telles sont nos connoissances actuelles sur un principe dont le nom même n'existe pas dans la première édition du dictionnaire de Chymie de l'illustre Macquer, qui ne regardoit alors les gas, les mofettes de tout genre, que comme de l'air, des vapeurs sulphureuses ou du phlogistique pur. On peut juger par-là des progrès vraiment étonnans que la Chymie a fait depuis cette époque; c'est-à-dire, depuis dix-huit ans, & qui sont dus aux travaux réunis, à l'émulation des savans de toutes les nations, pour interroger la nature par des expériences directes, pour mettre à profit le nouvel art d'en faire sur les substances invisibles, pour suivre les rapports infinis que présente cette grande découverte. Malgré l'étendue de cet article & l'application que j'ai donnée pour n'y rien omettre d'important, je n'ose me flatter d'avoir réussi à y comprendre exactement tout ce qui est nécessaire pour completter le systême géneral des propriétés de ce gas acide; mais ces mêmes rapports qu'il présente avec toutes les grandes théories chymiques, me fourniront naturellement l'occasion d'y revenir. *Voyez sur-tout* AIR VITAL, CALORIFIQUE, CHAUX METALLIQUES, MÉPHITES & PHLOGISTIQUE.

ACIDE MÉPHITIQUE. (*Pharm.*) Dès que cet acide eut été découvert, la médecine s'occupa d'en enrichir la matière médicale. Les propriétés que la Chymie reconnut dans cet acide, des réflexions sur les circonstances dans lesquelles il se dégageoit des substances animales, firent concevoir l'espérance de l'employer avec avantage.

On voyoit que toutes les substances animales perdoient cet acide lorsqu'elles éprouvoient la décomposition putride, que les corps les plus solides étoient ceux qui en contenoient le plus.

On voyoit que cet acide en état gaseux étoit réabsorbé par les substances que la putréfaction en avoit privées, & que l'eau le dissolvoit avec facilité & acquéroit la propriété de dissoudre le calce; on en conclut que cet acide étoit capable de rétablir l'intégrité des substances altérées par la putréfaction, de rendre solubles, dans les humeurs, les particules calcaires, concrètes ou disposées à la concrétion, de dissoudre même les aggrégats de ces particules arrêtées dans les reins ou déposés dans la vessie, ou dans les follicules de quelques glandes.

Comme cet acide adoucissoit les alkalis, au point de diminuer considérablement leur acrimonie, on espéra que son usage pourroit édulcorer la masse humorale, en arrêtant les progrès de son alkalescence; & sa saveur piquante aigrelette indiquant un roborant irritant modéré, on sentit qu'il pouvoit, en relevant le ton des fibres, faire les fonctions d'un apéritif, d'un déterfif, d'un léger escarrotique.

La présence de cet acide, dans la plupart des eaux minérales, dont les propriétés dissolvantes, édulcorantes & apéritives, étoient reconnues, depuis un temps immémorial; les effets de différens remèdes qui, lors de leur décomposition, lâchoient cet acide, & desquels il s'en élevoit une grande quantité pendant la combinaison des principes qui devoient les composer, vinrent fortifier les conjectures qu'on se voyoit autorisés à former, & décidèrent les essais tentés par MM. Macbride, de Boissieu, Percival, Black, Magellan, Hey, White, Withering, Marigues, &c., &c.

On sentit: qu'on pouvoit se rendre raison de l'effet des eaux gaseuses acidules, en considérant les propriétés de l'acide, qui en étoit le principe actif; que la perfection de la digestion dépendoit du développement de ce gas dans l'estomach, par la décomposition des substances susceptibles de la fermentation, & par sa résorption qu'opéroient les substances portées à l'état d'une putréfaction commençante.

Qu'on pouvoit favoriser cette édulcoration du chyle & des humeurs, par le choix des substances les plus disposées à fournir cet acide, & que l'application extérieure de ces mêmes substances pouvoit également corriger l'acrimonie des humeurs qui abreuvoient les ulcères & arrêter les progrès de la gangrène.

Que l'emploi de cet acide recueilli dans des vessies, au moment de son dégagement des substances fermentantes ou effervescentes, pouvoit être également avantageux; & l'expérience a justifié les inductions que la réflexion avoit engagé à tirer.

On verra aux articles DIGESTION, RÉGIME VÉGÉTAL, ANTI-SCORBUTIQUES, ANTI-SEPTIQUES, les avantages que l'on peut retirer de l'usage de l'*acide méphitique*.

Nous ferons connoître sous les mots EAUX MINÉRALES FACTICES, MELANGES FERMENTANS, MELANGES EFFERVESCENS, POTION DE RIVIERE, ceux que cet acide est en état de procurer lors de son dégagement; nous allons nous borner à considérer l'utilité de son usage, tant interne qu'externe, sous forme gaseuse.

On a vu dans l'article CHYMIE, relatif à cet acide, comment on peut se le procurer en état gaseux.

On en chargera une vessie par un des moyens indiqués &, ou l'on introduira ce gas, ou l'on en dirigera les jets à volonté à l'aide d'une canule, & par une légère pression de la vessie.

Mais comme il n'est pas impossible que pendant l'effervescence quelques molécules d'acide vitriolique & de craie se soient élevées & mêlées à l'acide

l'*acide méphitique*, on peut, pour prévenir cet inconvénient, employer un bocal très-haut, ou remplir la vessie d'eau, la tenir plongée le goulot en bas dans une capsule également remplie d'eau, & y diriger le jet d'*acide méphitique* par un tuyau à double corbure, dont une extremité traverseroit le bouchon, tandis que l'autre, plongée dans l'eau du vase, aboutiroit à la vessie. On pourroit encore, dans le cas où l'on auroit d'abord recueilli cet acide dans la vessie directement au sortir du bocal, le laver, en le transvasant à travers de l'eau, dans une autre vessie pleine de ce même fluide.

Une cuve de vin ou de bière en fermentation offre un autre moyen de se procurer ce même acide sans soupçon du vitriolique : il faut alors que la cuve soit bouchée, & qu'à un trou percé dans son couvercle soit adapté, ou une vessie préparée comme il a été dit ci-dessus, ou un siphon capable de diriger ce gas dans cette vessie. Mais suivant les remarques de dom le Gentil, prieur de Fontenai, ordre de Cîteaux, remarques qu'il a communiquées à l'académie de Dijon, le gas qui s'élève des cuves lorsque la fermentation est déja avancée, n'est point de l'*acide méphitique* pur, parce qu'il est mêlangé à de l'alkohol ou esprit-de-vin vaporisé. Nous avons fait la même remarque; & dans le cas où l'on voudroit se servir de l'*acide méphitique* recueilli sur les cuves en fermentation, il faudroit ne pas employer celui que rendroient ces cuves sur la fin de leur travail.

Les phtisies, les maux de gorge gangreneux, les aphtes de la bouche & de la gorge, les fievres putrides, malignes, les ulcères chancreux sont les maladies contre lesquelles on a essayé l'*acide méphitique* dissous dans de l'eau. Si le succès des tentatives que l'on a faites n'a pas été complet, son usage a été évidemment avantageux dans plusieurs occasions & a toujours soulagé les malades.

Le docteur Withering, & d'après lui le docteur Percival, & M. Whit, ont introduit le gas méphitique dans les poumons de plusieurs phtisiques. Un seul, des malades auxquels ces médecins ont administré ce remède, a été guéri; plusieurs ont éprouvé du soulagement, & la toux d'un seul a paru augmenter.

MM. Percival & Hey ont donné le gas méphitique en lavemens à douze malades de fievre putride, en même temps qu'ils leur faisoient boire abondamment de l'eau très-chargée de cet acide, & ont reconnu, par l'expérience, que ce remède étoit un puissant anti-septique.

Celui que ces célèbres praticiens ont employé pour les phtisiques, avoit été dégagé de la craie, & quelquefois de la potasse méphitisée, par l'acide acéteux. Celui qu'ils ont administré en boisson & en lavemens l'avoit été de la même terre calcaire par l'acide vitriolique.

Nous n'avons pas fait donner en lavement le gas *acide méphitique*, ni injecter ce gas dans la bouche & dans la gorge, pour déterger les ulcères de ces parties comme l'a fait M. Whit; mais nous nous sommes servis, avec beaucoup de succès, de l'eau méphitisée en gargarisme, dans ces maladies, dans les maux de gorge gangréneux, & en boisson, en lavemens, dans les fievres nerveuses putrides.

Nous avons eu des preuves décisives de l'efficacité du gas *acide méphitique* contre les ulcères chancreux. Parmi les faits qui forment ces preuves, nous en citerons deux, dont l'un a été constaté par un procès-verbal ordonné par notre académie. Celui-ci n'offre pas une guérison complette. Les préjugés parvinrent à inspirer au malade une défiance qui l'empêcha de profiter de ce secours; mais l'autre présente une guerison complette qui s'est soutenue.

M. Enaux, un des chirurgiens majors de l'hôpital de cette ville, & membre de l'académie, annonça à cette compagnie, que parmi les malades confiés à ses soins, étoit un malheureux dont une tumeur cancéreuse ulcérée menaçoit les jours, & qu'il desiroit faire usage pour lui du gas *acide méphitique*. L'académie l'engagea à suivre son projet; elle donna ordre de lui fournir du laboratoire tout celui dont il auroit besoin, & nomma plusieurs académiciens pour constater l'état du malade, & suivre les progrès du traitement.

La tumeur placée sur la joue, près de l'oreille, s'étendoit sur le masseter, & descendoit jusqu'au dessous de la mâchoire; sa base étoit large, adhérente, avec engorgement du tissu cellulaire dans tout son pourtour; de sorte que les paupières du côté malade étoient fermées, & que la déglutition étoit difficile : elle avoit, dans son grand diamètre, environ six pouces & à peu près trois dans le petit; son centre étoit ulcéré & l'effet des caustiques appliqués sur une loupe du genre des lipômes que le malade portoit depuis trente ans : on y voyoit des fungus : il en découloit une sanie très-abondante & si fœtide, que ce malade infectoit la salle, & qu'on fut obligé d'abandonner les lits qui approchoient le sien : les douleurs étoient lancinantes & si vives, si continues, que le malade ne dormoit ni jour ni nuit : il n'avoit aucun appétit & une fievre continue, lente, avec des redoublemens irréguliers le minoit.

Tel étoit l'état du malade, lorsque M. Enaux commença à faire usage du gas *acide méphitique*; celui qu'il employa étoit dégagé de la craie par l'acide vitriolique, & renfermé dans une vessie, suivant la méthode exposée ci-dessus; ce chirurgien pansoit l'ulcère avec de la charpie trempée dans de l'eau chargée d'air fixe. Il dirigea deux fois par jour le jet de ce gas sur la surface de l'ulcère & les chairs frappées de ce jet prenoient une couleur ardoisée presque dans le même instant. Une légère chaleur se faisoit sentir pendant l'insuflation; mais une fraîcheur agréable la suivoit de près.

Dès les premiers jours le malade recouvra son sommeil, l'appétit revint, la fievre lente s'affoiblit; la sanie se changea en pus un peu épais, l'odeur

diminua, & bientôt on put approcher le malade sans être frappé par la fœtidité, elle n'étoit sensible qu'alors que l'ulcère étoit découvert.

Un fungus se détacha; le pus s'amélioroit de jour en jour, l'ulcère n'avoit plus de fœtidité au bout d'un mois; mais ce calme ne fut pas de longue durée; les douleurs revinrent; la sanie recommença à couler: on suspendit l'usage du gas *acide méphitique;* on y substitua celui du quinquina: le mal fit des progrès, & le malade, séduit par des promesses illusoires, quitta l'hôpital.

Il est évident que l'*acide méphitique* avoit produit sur ce malade un effet satisfaisant. Peut-être qu'en revenant au même moyen avec des alternatives & en variant la méthode, en lui associant l'usage interne de cet acide dissous dans de l'eau & quelques autres remèdes à celui-ci, on auroit obtenu la guérison complette.

L'art n'étoit pas encore assez éclairé à cette époque sur l'action de ce remède, pour en tirer tout le parti qu'on avoit lieu d'en attendre. Une remarque faite par M. Enaux mérite d'être citée, parce qu'elle peut servir à perfectionner la méthode à suivre.

Il s'apperçut que si le gas étoit employé peu de temps après son dégagement, & tandis que la vessie étoit encore chaude, l'impression du jet étoit douloureuse: il se réforma, & observa que cette impression étoit moins vive. Cette observation le guida dans le traitement du second malade, dont nous avons promis l'histoire, & a probablement contribué à sa guérison.

C'étoit une fille âgée de quarante ans: il lui étoit venu, deux ans auparavant, une tumeur dans la paume de la main, d'abord peu considérable, mais dont le volume augmenta rapidement. Un chirurgien crut y sentir un fluide épanché: il l'ouvrit, & il n'en sortit qu'une matière sanguinolente; les bords de la plaie devinrent quelques jours après durs & calleux. L'inutilité d'un traitement, déja très-long, détermina la malade à se confier à une femme qui lui appliqua un emplâtre, dont l'effet, disoit-elle, étoit de ronger les chairs. Celui qu'il produisit fut d'agrandir l'ulcère, d'augmenter la callosité de ses bords: la supuration étoit ichoreuse; la malade éprouvoit des douleurs lancinantes & un sentiment de chaleur si vive, qu'il lui sembloit qu'on lui brûloit la partie malade; son ulcère répandoit l'odeur fœtide particulière aux cancers. Ce fut en cet état qu'elle fut admise à l'hôpital, où M. Enaux commença à la traiter.

On ne pouvoit méconnoître un ulcère chancreux. Le premier remède qu'employa le chirurgien fut le quinquina en poudre dont il couvrit l'ulcère, & les pansemens furent faits deux fois chaque jour; mais comme les accidens restoient toujours les mêmes, M. Enaux eut recours, le cinquième jour du traitement, au gas *acide méphitique*, & s'en servit de la même manière que pour le premier malade.

Dès le second jour de l'usage de ce gas, l'odeur cessa de manière à frapper d'étonnement les religieuses hospitalières prévenues contre ce remède. Les douleurs diminuèrent & progressivement cessèrent. L'ulcère, au bout d'environ un mois, avoit changé de caractère, & pris celui d'un ulcère ordinaire. La cicatrice fut retardée, parce qu'il y avoit eu une déperdition considérable de la peau, parce qu'il s'éleva de petits tubercules supurans sur le côté de la main qui soutient le petit doigt, & sur le poignet; parce que les circonstances ayant fait préposer un autre chirurgien au traitement de la malade, la méthode fut changée; mais la guérison a été complette, & l'ulcère étant réellement chancreux, il est démontré que le gas *acide méphitique* a contribué à guérir une maladie contre laquelle les remèdes connus échouoient ordinairement: qu'ainsi ce gas est une ressource précieuse dans une maladie regardée jusqu'à présent comme incurable.

M. Soucelier, médecin à Nuitz, a fait part à l'académie de la guérison d'un ulcère du même genre par le même moyen. Il s'est vu autorisé par le succès, à faire honneur, au même remède, de la cure d'une phthisie & de celle d'un mal de gorge gangreneux.

Des injections de gas *acide méphitique* dans le vagin d'une malade attaquée d'un cancer à la matrice, faites par le conseil de M. le docteur Durande, n'ont point guéri la malade, mais l'ont considérablement soulagée, & ont sensiblement dissipé l'odeur fœtide de l'ichor qui s'écouloit par les parties naturelles.

Nous pourrions citer plusieurs faits de chancres au visage, dans la gorge, dans la bouche, & sur d'autres parties du corps qui attestent la propriété calmante, déterssive & corrective de ce gas: mais ceux que nous avons rapportés suffisent pour appuyer les assertions de MM. Withering, Percival, Hey, &c. pour engager à recourir à ce remède dans les maladies cancéreuses. Il est certain qu'il ne réussira pas toujours; c'est le sort des remèdes les mieux indiqués & les plus efficaces. Mais se refuser à le tenter dans des maladies contre lesquelles il n'y a aucun remède efficace connu, ce seroit manquer d'humanité. D'ailleurs son efficacité dépend peut-être de quelques attentions dont l'expérience peut seule prouver la nécessité. M. Magellan a guéri un ulcère chancreux à la mamelle, en tenant cet ulcère dans un bain continuel de gas *acide méphitique*; il avoit ouvert la vessie de manière qu'elle embrassoit toute la mamelle, & que les bords enduits d'un emplâtre agglutinatif & collés à la peau, s'opposoient à l'évasion du gas qu'elle renfermoit. Peut-être auroit-on eu le même succès dans le premier cas que nous avons cité, si l'on eût pris ou pu prendre la même précaution.

L'effet de ce gas eût été peut-être plus marqué, s'il n'eût été employé que long-temps après son dégagement & son refroidissement, s'il eût été lavé auparavant qu'on en fit usage; peut-être falloit-il

fucceffivement donner la préférence à celui que l'on auroit dégagé de la potaffe méphitifée par l'acide acéteux. On fait que l'air inflammable extrait par la diffolution du fer dans l'acide vitriolique, differe beaucoup de celui qui eft dégagé par les autres acides minéraux & végétaux, & de celui qui s'élève des marais, &c. On fait que tous les corps précipités ou volatilifés participent des qualités des fubftances précipitantes : on fait que l'acide acéteux eft moins énergique que le vitriolique, & qu'un principe huileux s'y trouve en combinaifon avec l'acide. Il eft donc poffible que le gas *acide méphitique* obtenu par cet acide végétal foit affez différent de celui que dégage le vitriolique pour produire un effet moins irritant. Nous pourrions même ajouter que cela eft probable : qu'ainfi la prudence exige qu'on varie les moyens de fe procurer le gas méphitique dont on fera ufage, & que tantôt on emploie celui qu'auront donné les diffolutions de la craie ou de la potaffe méphitifée par les acides minéraux ou végétaux, tantôt celui qu'auront fourni la fermentation ou la calcination des fubftances calcaires ou magnéfiennes ; qu'ainfi, pour s'affurer du degré de confiance que mérite le gas *acide méphitique*, il faut multiplier & varier les épreuves. On le peut avec d'autant plus de fécurité, que les maladies contre lefquelles on doit y avoir recours font, ou évidemment rebelles à tous les remèdes connus, ou cèdent difficilement à ceux pour lefquelles l'obfervation infpire le plus de confiance.

M. Hulme a cru avoir diffous une pierre dans la veffie, en procurant le dégagement de ce gas dans les premières voies par la boiffon fucceffive d'une diffolution alkaline & d'un acide très-délayé. La fortie de plufieurs fragmens de cette pierre, la diminution des douleurs qu'éprouvoit le malade paroiffoient faites pour le lui perfuader. Si l'ouverture du corps de ce malade mort d'une autre maladie quelque temps après cette guérifon apparente, a prouvé que la pierre n'avoit pas été totalement diffoute, eft-ce un motif pour prononcer que le gas *acide méphitique* foit incapable d'en opérer la diffolution ? Cet exemple ne doit-il pas au contraire encourager à faire des tentatives du même genre dans le commencement des maladies calculeufes, à les varier, à chercher, comme l'a imaginé M. de Morveau, à opérer ce dégagement dans la veffie même, avec les précautions relatives à la nature du calcul, & à la fenfibilité de l'organe dans lequel il eft dépofé.

M. Achard vient tout récemment d'ouvrir une nouvelle route à ce gas : il l'a introduit dans le tiffu cellulaire par l'infuflation entre cuir & chair, & a reconnu qu'il étoit promptement abforbé. L'emphyfeme artificiel ne feroit un mal réel que dans le cas où l'air incarcéré dans les loges du tiffu cellulaire, ne pourroit en être expulfé. L'abforption prompte du gas *acide méphitique* obfervée par M. Achard, ne donne pas lieu de redouter cet événement. Ce gas eft un anti-feptique reconnu. On peut donc efpérer, avec le célèbre Chymifte de Berlin, que fon introduction dans le tiffu cellulaire fera un nouveau moyen de combattre les maladies putrides, telles que le fcorbut pouffé au dernier degré, & les fièvres nerveufes putrides, peut-être même de diffiper les rhumatifmes chroniques toujours caufés par une humeur âcre putride, & de calmer les douleurs occafionnées par fon acrimonie. Tout ceci eft bien conjectural, mais ne nous paroît pas affez peu vraifemblable pour ne pas mériter quelque attention.

Nous nous fommes fort étendus dans cet article, parce que la médecine n'a pas encore affez de reffources efficaces dans les maladies, fur-tout dans les malignes & les chroniques, pour que le médecin ne cherche pas à les multiplier; parce que fi, fuivant la réflexion précédente de M. Macquer, il eft à craindre que l'enthoufiafme n'infpire trop de confiance pour les remèdes nouveaux ; il ne l'eft pas moins que des épreuves ifolées, inconfidérées faites fans affez de précautions, n'éloignent de l'ufage d'un remède, dont l'emploi varié & combiné, d'après des vues faines & profondes, auroit pu enrichir l'art de guérir.

ACIDE MÉTALLIQUE. C'eft le nom que l'illuftre Bergman donne à quelques acides qui, relativement à leur origine, méritent en effet d'être confidérés fous des rapports communs, & de former par conféquent une claffe nouvelle.

Ces acides font tirés des métaux, & font fufceptibles de reprendre l'état métallique complet ; ils paffent enfin par l'état intermédiaire de chaux métallique. Voilà des caractères bien marqués, & qu'il n'eft pas poffible de révoquer en doute, puifqu'on les voit fucceffivement neutralifer les alkalis, s'allier aux métaux, & teindre les flux vitreux.

Il n'y a encore que quatre *acides métalliques* bien connus, qui font : l'ACIDE ARSENICAL ou de l'arfenic, l'ACIDE MOLYBDIQUE ou de la molybdène, l'ACIDE SYDERITIQUE ou du fyderotete, l'ACIDE TUNGSTIQUE ou de la tungftène. *Voyez ces mots.*

Suivant M. Bergman, (*Opufc. tom. 3, differt. 28.*) c'eft la préfence ou l'abfence du phlogiftique qui produit tous ces changemens ; dans l'arfénic, par exemple, il y a une terre radicale effentiellement acide, qui quand elle eft pure, en manifefte tous les caractères ; eft-elle pourvue d'une certaine quantité de phlogiftique ? les caractères acides s'affoibliffent, c'eft une chaux métallique ; eft-elle faturée de phlogiftique ? c'eft complettement un métal. J'ai fait voir à l'article ACIDE que cette condition unique de l'addition ou de la fouftraction du phlogiftique ne fuffifoit pas pour expliquer tous les phénomènes, & que l'air vital étoit une partie conftituante effentielle de tous les acides.

Ainfi nous confidérons dans l'arfenic une fubftance primitive, fimple, un élément chymique, qui n'eft par lui-même ni acide, ni métal, mais qui eft à la fois *acidifiable*, & fi je l'ofe dire, *métalli-*

fable. La grande affinité de cette matière avec ces deux fluides si universellement répandus, est cause que nous ne pouvons la saisir dans son état de pureté; elle est donc toujours unie ou à l'air vital ou au phlogistique, ou à l'un ou à l'autre en même temps, dans certaines proportions. Avec l'air vital ou principe acidifiant commun, c'est un acide dans toute la rigueur de l'acception; avec le principe métallisant commun, c'est un métal complet; retenant partie de l'un & prenant partie de l'autre, c'est une chaux métallique: il y a même lieu de croire qu'il n'est pas nécessaire que la privation de phlogistique soit absolue pour produire l'acide.

Cette théorie est à présent trop bien prouvée, pour qu'on puisse la regarder comme une simple hypothèse. Non-seulement elle embrasse toutes les vues que le savant Suédois développe à ce sujet sur l'acide radical des métaux; mais elle les généralise encore, en établissant une analogie entre tous les métaux & tous les acides. Tous ces êtres ne sont dans l'origine que des bases disposées à subir les mêmes changemens par des affinités semblables; les métaux sont des soufres moins inflammables & plus ductiles, les soufres sont des métaux moins ductibles & plus inflammables; ainsi après avoir marché long-temps de conjectures en conjectures, l'homme est parvenu à lever une partie du voile, & il commence à reconnoître la marche de la nature à sa simplicité. J'étois loin de prévoir une aussi grande révolution dans le système de la partie la plus ancienne de la Chymie, lorsque j'écrivois en 1776 que l'air vital étoit l'élément acide de celui qu'on retiroit du soufre de Stahl, comme M. Lavoisier avoit démontré qu'il étoit partie constituante essentielle de l'acide nitreux. *Voyez* ACIDE & ACIDE MEPHITIQUE, §. III.

C'est aux Chymistes à diriger maintenant leurs recherches dans cette nouvelle carrière. Ils ne doivent pas désespérer, dit M. Bergman, de découvrir encore de nouveaux exemples de cette admirable transmutation, c'est-à-dire de retirer l'acide de quelqu'autre substance métallique; il recommande sur-tout à leur examen les chaux métalliques blanches, celle de zinc, qui paroît éprouver quelqu'action de la part des déphlogistiquans, puisqu'elle noircit dans l'*acide muriatique* déphlogistiqué, & qui s'unit aux alkalis; celle d'antimoine, qui, indépendamment de cette propriété, montre encore une apparence de dissolubilité; en un mot toutes celles dont les alkalis se chargent facilement. Il est bien certain que ce caractère, comme l'a déja observé M. Lavoisier, les rapproche singulièrement des acides, & je ne doute pas que quand cette partie de la Chymie aura été un peu plus approfondie d'après ces vues nouvelles, toutes ces combinaisons, que nous considérions comme des dissolutions de chaux métalliques par des alkalis, ne soient rangées parmi les dissolutions opérées par des *acides métalliques* plus ou moins déphlogistiqués, c'est-à-dire plus ou moins avancés à l'état d'acide, & pourtant agissant déja sur les alkalis comme bases.

Après les demi-métaux que je viens de nommer, le cuivre & l'étain me paroissent, parmi les métaux imparfaits, ceux que l'on peut soumettre avec plus de confiance à des essais de décomposition. La chaux de cuivre forme avec l'alkali volatil, un sel très-voisin de l'état de sel neutre; l'étain abandonne si facilement son phlogistique à la première action de l'acide nitreux, qu'il ne lui en reste pas assez pour être tenu en dissolution; & peut-être qu'en traitant quatre fois cette chaux avec cinq parties de nouvel acide nitreux, & l'évaporant à siccité, comme on le pratique pour la molybdène, on appercevroit quelque progrès de déphlogistication. Je ferai voir à l'article POURPRE MINÉRAL que la précipitation de l'or par l'étain ne peut être expliquée qu'en considérant l'étain comme faisant fonction d'acide au moyen de la déphlogistication qu'il a subi dans l'eau regale, & que l'or lui-même achève.

Par rapport aux métaux parfaits, cette déphlogistication sera sans doute bien plus difficile, puisque c'est précisément leur affinité avec le phlogistique qui constitue leur caractère différentiel. Il y aura cependant même probabilité qu'ils sont aussi formés d'une terre particulière qui peut s'unir au principe acidifiant, en perdant de son phlogistique, puisque nous les mettons en état de chaux. *Voyez* CHAUX METALLIQUES & METAUX.

Quel est cette terre, élément propre à chaque métal? C'est ce qui nous est encore absolument inconnu; mais les adeptes qui s'en occupent exclusivement, ne devroient-ils pas reconnoître ici toute l'illusion de leur cabale mystérieuse, puisque c'est à la Chymie exacte qu'ils doivent le premier rayon de lumière sur la composition de ces mêmes métaux, qu'ils ont vainement tourmentés pendant tant de siècles.

ACIDE MINÉRAL, est proprement un acide tiré d'une des substances qui appartiennent au règne minéral. La Chymie en compte actuellement dix, sans distinguer les différens états que quelques-uns prennent, suivant qu'ils sont plus ou moins pourvus de phlogistique, & sans y comprendre l'acide méphitique qui appartient aux trois règnes. Ce sont les acides arsenical, boracin, fluorique, karabique, molybdique, muriatique, nitreux, sydéritique, tungstique & vitriolique.

Quelques observations annoncent que l'acide phosphorique, & même l'acide prussique, peuvent se rencontrer dans des matières fossiles; mais il est probable qu'ils y ont été portés tout formés, & par conséquent qu'ils ne cessent pas pour cela d'être d'origine animale.

Lorsqu'on parle de l'un des trois *acides minéraux*, cette expression ne doit s'entendre que des acides vitriolique, nitreux & muriatique. On est porté à croire que les acides tirés du règne minéral sont

les plus puissans ; cela peut être vrai, sous quelques rapports, sur-tout pour les trois que l'on désigne plus particuliérement sous ce nom, qui en effet sont moins huileux, & conséquemment moins sujets à être détruits par l'action de la chaleur ; mais il faut bien se garder d'en faire une règle générale d'affinité ; les acides saccharin, gallique, &c. enlèvent des bases, même à l'acide vitriolique.

ACIDE MOLYBDIQUE. Je nomme ainsi l'acide que l'on retire de la molybdène.

Avant le travail du célèbre Schéele, les naturalistes, & même les Chymistes confondoient absolument des substances très-différentes sous les noms de *plomb de mer*, *mine de plomb noir*, *plomb minéral*, *galène stérile & plombagine*.

Pott remarque avec raison que la *molybdène*, qui en grec signifie plomb, & le *plumbago* des latins, qui exprime une sorte de rouille de plomb, n'ont point été employés par les anciens pour désigner ce minéral dont on se sert pour faire les crayons noirs. Dioscoride en donne une description qui ne peut convenir qu'à une préparation de plomb, ou même à la litharge, & ce que Pline en dit, désigne également la scorie des fourneaux, où on traite le plomb & l'argent, & une chaux jaune de plomb ou massicot natif, friable & médiocrement pesant.

Les noms de molybdène & de plombagine ont été appropriés par les modernes à un minéral friable, leger, peu dur, s'entamant facilement au couteau, d'un gris cendré, gras au toucher, & même tachant les doigts. Mais ils ne soupçonnoient même pas que sous ces apparences, il pût y avoir réellement deux substances d'une nature tout à fait différente ; & leurs expériences n'ayant pas été assez heureusement dirigées pour découvrir leurs principes constituans, il est quelquefois difficile de reconnoître laquelle des deux en faisoit le sujet.

Le crayon noir, suivant Pott, donne à la distillation un peu d'acide vitriolique, & colore en jaune les acides nitreux & muriatique ; l'alkali précipite de ces dissolutions un peu de fer ; il décompose à la distillation le sel commun ; il détonne sur la fin avec le nitre, & la masse restante n'est pas altérée ; le sel ammoniac en emporte à la sublimation quelques parties martiales ; mais le résidu conserve son onctuosité & sa couleur ; d'où ce Chymiste conclut que ses parties constituantes sont *une terre talqueuse que le feu ni les dissolvans n'attaquent point, un peu de terre martiale, & encore moins d'acide vitriolique.* Nous verrons bientôt que ces expériences indiquent & excluent tour-à-tour la molybdène & la plombagine ; de sorte qu'on est fondé à présumer que les morceaux qui ont servi à ses essais n'appartenoient pas à la même espèce.

L'illustre Macquer a fait mention, dans la seconde édition de son dictionnaire, de plusieurs expériences sur la Molybdène communiquées à l'académie par M. de l'Isle ; en voici les principaux résultats :

1°. La molybdène distillée dans une cornue, à laquelle étoit adapté un récipient contenant un peu de potasse en liqueur, n'a pas perdu sensiblement de son poids ; mais l'alkali crystallisé en cubes a annoncé qu'il s'étoit dégagé un acide volatil & probablement l'acide gaseux.

2°. Exposée à un feu très-violent dans un creuset pendant deux heures, son poids n'a pas diminué sensiblement ; mise en poudre sur le fond d'une mouffle chauffée à blanc, elle n'a laissé qu'une poudre d'un brun rougeâtre attirable à l'aimant. Le déchet a été de $\frac{24}{100}$ pour la molybdène tendre, de $\frac{11}{100}$ pour la molybdène dure.

Les résidus de ces torréfactions ont fourni, par la réduction, pour le quintal de molybdène tendre, deux livres quatre onces de fer très-attirable à l'aimant, & pour le quintal de molybdène dure, trois livres cinq onces d'un fer qui n'étoit pas bien sensible à l'action de l'aimant.

3°. Deux parties d'acide vitriolique distillées sur une partie de molybdène, ont donné des vapeurs blanches & de l'acide vitriolique phlogistiqué très-fumant ; après vingt-quatre cohobations, l'acide a pris enfin une belle couleur verte ; il a fourni par l'évaporation un précipité ochreux, comme toutes les dissolutions de vitriol martial, puis une sélénite feuilletée & brillante, & enfin des crystaux d'alun. La molybdène, après tant de cohobations, s'est encore trouvée noire & onctueuse.

4°. Parties égales de molybdène & de sel ammoniac, ont donné à la sublimation des fleurs décidément martiales ; en réitérant ces sublimations sur la même molybdène, la couleur des fleurs ammoniacales s'est affoiblie à chaque fois, & à la fin étoient toutes blanches. La molybdène n'avoit reçu aucune altération dans sa couleur ni dans sa texture ; seulement le fond des vaisseaux étoit sensiblement irisé.

5°. Le nitre mêlé à parties égales avec ce minéral, a détonné sans que le résidu ait perdu sa couleur noire. Le même mélange traité à la cornue, a fourni d'abord des vapeurs d'acide nitreux ; mais quand le fond de la cornue a commencé à rougir, il s'est fait une détonnation qui a brisé les vaisseaux avec explosion.

Telles sont les expériences que M. Macquer a tirées du mémoire de M. de l'Isle. J'observerai en passant, que ce n'est pas M. de Romé de l'Isle, auteur de la crystallographie ; celui-ci, dans sa dernière édition, place dans le genre des pierres argilleuses la *plombagine ou molybdène*, comme une même substance, comme le résultat d'une combinaison salino-pierreuse, identique, qui la détermine, ainsi que le mica & la stéatite, à crystalliser en feuillets minces héxagones.

Je pense, comme M. Scopoli dans ses notes sur le dictionnaire de M. Macquer, que la molybdène de M. de l'Isle étoit une plombagine ; plusieurs de

ses résultats lui conviennent exclusivement, quoiqu'ils n'en dévoilent pas entièrement la nature ; mais l'auteur paroît marcher sur les traces de Pott, & il est rare que dans ce cas on soit tenté d'aller plus loin que son guide.

Il est temps d'indiquer les caractères propres des deux espèces auxquelles nous conservons les noms distincts de molybdène & de plombagine : ils ont été très-bien présentés par M. l'abbé Mongez dans ses additions à la sciagraphie de l'illustre Bergman.

La molybdène est composée de particules écailleuses plus ou moins grandes, peu serrées les unes contre les autres ; elle est douce & grasse au toucher, tache les doigts, laisse des traces d'un gris de cendre ; sa poussière est bleuâtre ; elle se coupe au couteau, elle se volatilise presque toute entière à feu ouvert, & exhale une odeur de soufre ; quand le soufre est dissipé, il ne reste qu'une terre blanche ; l'acide nitreux & l'acide arsenical sont les seuls qui attaquent ce minéral ; il se dissout avec effervescence dans la soude au feu du chalumeau, & produit avec elle un hépar de soufre vitriolique ; il fait détonner le nitre, & laisse une masse rougeâtre ; exposé à la flamme du chalumeau dans une cuiller, il y dépose une fumée blanche. C'est le *blyertz* ou *molybdène* des Suédois, le *potelot* de M. Daubenton. Il se trouve à Bispberg en Suède, à Altemberg en Saxe, &c.

La *plombagine* est également d'un gris cendré, se coupant au couteau, salissant les doigts, douce au toucher, seulement un peu moins grasse, plus grenue, composée de petites molecules brillantes ; exposée sous la mouffle, elle perd environ $\frac{90}{100}$, sans donner de fumée visible, & le résidu est une terre martiale ; elle peut être unie accidentellement à une portion de pyrite, alors il s'en dégage, pendant la calcination, une odeur sulphureuse. Elle ne donne point de fumée blanche au feu du chalumeau ; elle ne forme point d'hépar avec les alkalis ; elle ne se laisse attaquer par aucun acide. On voit, par une note de la nouvelle édition de la minéralogie de Cronstedt, que les Suédois sont convenus de la distinguer aujourd'hui sous le nom de *plumbago ;* car quoiqu'il paroisse par la sciagraphie de M. Bergman, que M. Cronstedt en faisoit deux genres différens, puisqu'il renvoie aux §§. 145 & 154 de son système, c'est une faute typographique de l'édition latine ; il n'en parle que dans un seul endroit, où il réunit la molybdène & la plombagine, *blyertz*, *Wasser-bley*. Les Allemands la nomment aussi *reisbley*. La plus belle plombagine ou mine de plomb dont on fait les crayons d'Angleterre se trouve à Reiswich dans le duché de Cumberland, où, suivant M. Plott, elle se nomme *kellou*. Le célèbre Kirwan la distingue sous le nom de *plumbago*, & ne parle pas au surplus des lieux où elle se trouve. Celle dont on fait des creusets & autres vraisseaux à *Ypse*, est plus grossière, & probablement plus ferrugineuse. J'en ai vu sur une pierre marneuse trouvée aux environs de Dijon, & j'ai observé qu'il s'en formoit tous les jours dans un grand nombre d'opérations (*Mém. de l'acad. de Dijon*, *an. 1783*, *premier sem.*)

Après cela il ne sera plus permis sans doute aux minéralogistes de confondre ces deux matières, bien moins encore aux Chymistes, à qui il ne suffit pas de les connoître, qui doivent encore les travailler pour recueillir séparément leurs principes, & en découvrir les affinités. Ce rapprochement de caractères étoit nécessaire pour faire mieux sentir les disconvenances, pour déterminer une fois l'appropriation des noms par lesquels on indiqueroit l'une ou l'autre de ces substances, comme sujet d'expériences. Je ne m'occuperai plus ici que de la première qui donne lieu à cet article par l'acide particulier qu'elle fournit ; je renvoie tout ce que j'ai à ajouter concernant la seconde à l'article PLOMBAGINE.

L'acide que l'on retire de la molybdène appartient au règne minéral & au genre des acides métalliques, puisque l'on peut le mettre en état de métal. *Voyez* MOLYBDENE. Cet acide existe naturellement combiné avec le soufre ; M. Kirwan estime que les proportions sont de cinquante-cinq livres de soufre par quintal, & de quarante-cinq livres de molybdène, le fer ne s'y trouvant qu'accidentellement. Ce fossile doit donc être considéré comme une véritable pyrite, & prendre, avant sa réduction, la dénomination de *mine de molybdène*. Voici les procédés par lesquels M. Schéele nous a appris à retirer l'acide métallique de cette mine.

Lorsqu'on traite au feu la mine de molybdène seule dans des vaisseaux ouverts, elle se volatilise presque toute entière ; mais si on en présente un fragment sur une lame d'argent à la flamme du chalumeau, on voit une fumée blanche s'attacher sur la lame comme une petite écaille brillante, dans la même direction que la flamme a été poussée. Cette espèce de sublimé est véritablement de l'acide molybdique séparé du soufre qui s'est brûlé. Voilà un *premier procédé* pour avoir cet acide ; mais qui ne peut en donner en suffisante quantité, & qui ne sert en effet qu'à faire reconnoître cette mine.

Le second procédé consiste à distiller l'acide arsenical sur la mine de molybdène ; tant qu'il reste de l'humidité, l'acide n'a aucune action ; mais quand toute l'eau a passé, si on augmente un peu la chaleur, il se sublime de l'arsenic au col de la cornue ; sur la fin ce sublimé est jaune ; on trouve dans le récipient de l'acide vitriolique phlogistiqué, & le résidu contient une portion d'*acide molybdique* concret, séparé de son soufre qui a été en partie décomposé, en partie sublimé avec l'arsenic.

L'acide nitreux a encore une action plus marquée sur la mine de la molybdène ; c'est l'agent que l'on emploie dans le *troisieme procédé*, & qui donne l'acide libre dans l'état le plus pur, & en plus grande quantité,

M. Schéele ayant fait la première fois un mélange de deux parties d'acide nitreux phlogistiqué, & d'une partie de mine de molybdène pulvérisée, à peine la cornue fut elle échauffée, tout passa ensemble en une seule fois dans le récipient, avec forte chaleur & vapeurs obscurément rouges; il ne douta point que la matière ne se fût enflammée, si elle eût été en quantité un peu considérable, & prit le parti d'employer de l'acide nitreux délayé.

On met dans une cornue de verre, assez grande pour qu'elle ne soit remplie qu'à moitié, deux onces de mine de molybdène en poudre, on verse dessus dix onces d'acide nitreux ordinaire, même affoibli d'un quart d'eau; on lutte le récipient, & on distille au bain de sable. Quand la liqueur commence à bouillir, l'acide nitreux s'élève en vapeurs rouges très-elastiques, avec une forte écume; on continue la distillation jusqu'à siccité, & il reste dans la cornue une matière de couleur cendrée.

On recommence cette opération jusqu'à trois ou quatre fois, en mettant toujours dix onces de nouvel acide sur le même résidu, & distillant toujours jusqu'à siccité. On observe les mêmes phénomènes, excepté que les vapeurs rouges sont moins vives & moins abondantes, & que la couleur du résidu s'affoiblit de plus en plus; il se trouve à la fin blanc comme de la craie, c'est l'*acide molybdique* concret.

Cet acide retient encore des parties hétérogènes; mais comme elles sont bien plus solubles que lui, on les sépare aisément par l'eau; on l'édulcore donc avec de l'eau chaude, jusqu'à ce qu'on n'apperçoive plus de traces d'un acide étranger; on le laisse alors sécher doucement, & on trouve environ une once & vingt-quatre grains d'*acide molybdique* pur.

Les eaux qui ont servi à l'édulcoration sont claires & sans couleur; si on les réduit par l'évaporation à cinq ou six gros, la liqueur prend une belle couleur bleue, elle contient un peu de fer, & pour la plus grande partie de l'acide vitriolique; en l'étendant avec de l'eau, la couleur disparoît.

Il y a un *quatrième procédé* pour retirer l'acide de la mine de la molybdène, mais qui ne le donne qu'en état de sel neutre & combiné avec une base alkaline. Il ne suffit pas pour cela de traiter cette pyrite avec les alkalis même caustiques, par la voie humide; ils ne l'attaquent pas : mais si on fait détonner dans un creuset bien rouge quatre onces de nitre pur, & une once de mine de molybdène réduite en poudre, on trouve une masse rougeâtre; sa dissolution dans l'eau est limpide & sans couleur; elle laisse sur le filtre une poussière rouge qui n'est autre chose que la chaux martiale, & qui pèse environ dix à douze grains lorsqu'elle est seche. La dissolution fournit par l'évaporation des crystaux de nitre non décomposé & de vitriol de potasse; il en reste une portion considérable qui refuse de se crystalliser, il faut l'étendre avec un peu d'eau froide, y verser, goutte à goutte, de l'acide vitriolique affoibli, jusqu'à ce qu'il n'occasionne plus de précipitation sensible; (les acides nitreux & muriatique produiroient le même effet) on édulcore le précipité, toujours dans l'eau froide, & on le fait sécher doucement; c'est, comme nous le verrons, du molybde de potasse. Si l'opération est bien faite, que l'on ait laissé réfroidir la dissolution avant de tenter la précipitation, & que l'on n'ait pas outrepassé la dose d'acide, qui dans ce cas redissoudroit le précipité, on obtient environ trois gros de ce sel.

Dans tous ces procédés, on retrouve les conditions que nous avons reconnues essentielles à la formation des acides, & qui nous dévoilent leur nature.

La pyrite de molybdène contient, comme le réalgar ou pyrite d'arsenic, une terre particulière ou base qui est tout-à-la-fois acidifiable & métallisable. (*Voyez* ACIDE METALLIQUE.) Cette terre n'est point actuellement acide, parce que le principe acidifiant lui manque; elle est au contraire plus rapprochée de l'état de métal, puisqu'elle est combinée avec le soufre, & elle ne peut entrer dans cette combinaison qui, dans notre théorie, approche fort d'un alliage, qui dans le fait s'en rapproche encore par la présence d'une portion de fer, qu'autant qu'elle retient un peu de phlogistique ou du moins qu'elle est disposée à partager l'affinité de celui du soufre; il faut donc tout-à-la-fois & par un acte simultané, rompre cette affinité avec le principe métallisant, & lui fournir l'air vital principe acidifiant. C'est ce qui arrive ici bien clairement.

A la flamme du chalumeau, cette pyrite se brûle exactement comme le soufre, ce qui ne peut se faire sans air vital & sans qu'il s'en fixe une portion dans le résidu de ces matières combustibles.

L'acide arsenical, dans le second procédé, est régénéré en arsenic; il perd donc l'air vital qui le constituoit acide; ce principe est repris en partie par la base du soufre, en partie par celle de la molybdène.

L'acide nitreux contient abondamment de l'air vital, & il est fort avide de phlogistique; il doit donc, à l'aide de la chaleur, s'emparer du phlogistique de cette pyrite, détruire sa couleur, s'élever ensuite en état d'acide nitreux phlogistiqué, laisser en échange une portion de son air vital à la base du soufre & à la base de la molybdène. Il est facile de suivre cette progression d'effets dans le troisième procédé.

On sait enfin que le nitre qui s'alkalise produit de l'air vital; il n'est donc pas étonnant que la base de la molybdène se soit trouvée en état de neutraliser une portion de la potasse à la manière des acides.

L'*acide molybdique* concret, préparé comme nous l'avons dit, est blanc; il laisse sur la langue une

faveur fenfiblement acide, & en même temps métallique.

Sa pefanteur fpécifique eft, fuivant M. Bergman, à celle de l'eau diftillée : : 3,460 : 1,000, c'eft-à-dire un peu au-deffous de celle de l'arfenic blanc qui eft de 3,750.

Il n'éprouve aucune altération à l'air.

Expofé au feu dans une cornue de verre jufqu'à ce qu'il commence à fondre, il n'éprouve aucune altération ; on trouve feulement quelquefois dans le récipient un peu d'odeur d'acide vitriolique phlogiftiqué qui pouvoit lui être refté adhérent malgré les lavages. Si on le met dans un creufet au plus grand feu, il demeure fixe tant que le creufet eft bien bouché ; mais à l'inftant qu'on le débouche, il s'en élève une fumée blanche que l'on peut recueillir, en lui préfentant une lame de fer froide fur laquelle elle s'attache, & qui eft encore de l'acide non altéré. En replaçant le couvercle ou un creufet renverfé, cette fumée ceffe fur le champ, & on ne trouve point de fublimé dans le creufet fupérieur.

Expofé à la flamme du chalumeau fur le charbon, il eft bientôt abforbé ; il fe fond fur la cuiller & donne une fumée blanche ; il colore d'un beau verd le phofphate natif ; le borax qui en eft légèrement chargé paroît cendré, lorfqu'on le voit par réflexion ; vu par réfraction, il eft d'une couleur violacée obfcure.

Si on le traite à la diftillation avec trois parties de foufre, on obtient la pyrite artificielle ou mine de molybdène régénérée, ce qui démontre bien que le fer n'y exifte qu'accidentellement. Il paffe en même temps de l'acide vitriolique phlogiftiqué dans le récipient, nouvelle preuve de l'air vital rendu libre, & du phlogiftique fixé par la nouvelle combinaifon.

Cet acide fe diffout dans 570 parties d'eau à une température moyenne ; la diffolution rougit l'infufion de tournefol, précipite l'hépar de foufre & décompofe le favon.

Le pruffite de potaffe & l'acide gallique occafionnent dans cette diffolution un précipité roux obfcur, ce qui confirme ce que j'ai dit de fa naure métallique.

Le peu de folubilité de cet acide concret peut faire penfer qu'il eft à-peu-près dans le même état que l'arfenic blanc, qu'il fe rapproche autant des chaux métalliques que des acides, en un mot qu'il n'eft pas complettement déphlogiftiqué ; c'eft l'opinion de M. Bergman ; cependant fon paffage à l'acidité eft plus avancé, fon action fur les bafes eft plus marquée que celle de l'arfenic blanc, & il ne paroît plus fufceptible d'aucune altération par les autres acides même les plus puiffans : l'acide nitreux ne le diffout pas, les acides vitrioliques & muriatiques ne le diffolvent qu'à l'aide de la chaleur.

L'acide vitriolique concentré en diffout une grande quantité ; la diffolution prend une belle couleur bleue & devient épaiffe en réfroidiffant, cette couleur difparoît à la chaleur & revient quand la liqueur fe réfroidit.

L'acide muriatique en diffout auffi une quantité confidérable à l'aide de l'ébullition. Si on diftille la liqueur à ficcité, on trouve un réfidu d'un bleu obfcur ; en augmentant la chaleur, il s'élève des fleurs blanches & un peu de fublimé bleu ; ce qui paffe dans le récipient eft de l'acide muriatique fumant. Le fublimé & les fleurs attirent l'humidité de l'air ; fi on en met fur des métaux, ils fe colorent en bleu, & ce n'eft autre chofe que l'*acide molybdique* volatilifé par l'acide muriatique.

La couleur bleue fe manifefte même en traitant la mine de molybdène au chalumeau ; car lorfqu'on porte la pointe intérieure de la flamme fur la fumée blanche, elle paroît bleue, & cette couleur s'éteint également dès qu'on l'éloigne. Ces phénomènes prouvent, comme le remarque M. Schéele, une grande difpofition de cet acide à attirer le phlogiftique, foit par la voie sèche, foit par la voie humide.

Pour fe procurer une diffolution un peu plus chargée de cet acide, le même Chymifte a imaginé d'ajouter à l'eau une très-petite portion d'alkali, alors il s'y eft diffous en plus grande quantité à l'aide de la chaleur. La liqueur encore chaude donne des fignes non équivoques de fon acidité, elle rougit fortement le tournefol, elle fait effervefcence avec le calce & la magnéfie. En réfroidiffant elle dépofe de petits cryftaux irréguliers, qui prouvent qu'il faut bien peu d'alkali pour fixer cet acide, puifqu'ils ne fe volatilifent pas lorfqu'on les traite à feu ouvert.

La même diffolution forme avec les alkalis des fels neutres cryftallifables ; avec les terres des fels peu folubles ; elle attaque auffi les métaux. *Voyez* MOLYBDE DE POTASSE, MOLYBDE CALCAIRE, &c.

Elle précipite l'argent, le mercure & le plomb diffous dans l'acide nitreux ; elle précipite auffi le plomb diffous dans l'acide muriatique, mais non les autres métaux, ni même le muriate mercuriel corrofif.

C'eft une chofe remarquable que cet acide enlève la terre barotique aux acides nitreux & muriatique.

Par la voie sèche, il décompofe le nitre & le fel commun, & leurs acides paffent en état d'acides fumans ; il dégage même à la diftillation un peu d'acide vitriolique du vitriol de potaffe.

Il nous manque encore fans doute beaucoup de faits pour completter le fyftême des affinités de cet acide ; mais loin d'en faire un reproche au célèbre Chymifte qui nous l'a fait connoître, on ne peut qu'être étonné du grand nombre d'obfervations importantes qu'il a réunies dans fon mémoire, du degré de perfection, & pour ainfi dire de maturité auquel il a porté cette découverte au moment même de fa publication.

ACIDE MURIATIQUE, *acide marin*, *esprit de sel.* De tous ces noms je préfère le premier comme le plus conforme aux vrais principes de dénomination. Il est le troisième de ceux auxquels on applique particuliérement la qualification d'acide minéral, pour désigner leur puissance; on le retire du sel commun ou sel de cuisine. On ne connoissoit anciennement l'*acide muriatique* que dans un seul état, on ne le croyoit susceptible que d'une plus ou moins grande concentration, on ne soupçonnoit pas que sa composition pût changer au point qu'il en résultât d'autres affinités, ou si on l'employoit dans deux états différens, on ignoroit absolument ce qui se passoit dans ces opérations. Nous pouvons démontrer aujourd'hui, par les belles expériences de MM. Schéele & Bergman, que l'*acide muriatique*, communément pourvu d'une certaine quantité de phlogistique, peut en être privé, & acquiert par-là des propriétés nouvelles; nous distinguerons donc l'*acide muriatique* ordinaire & l'*acide muriatique* déphlogistiqué. Il paroîtroit peut-être plus naturel de traiter d'abord du dernier comme la substance la plus simple; mais le premier est le plus anciennement connu, il est le produit des opérations les plus familières; il y a tout lieu de croire que la nature nous le donne le plus abondamment en cet état, & qu'il le conserve dans le plus grand nombre de ses combinaisons; en un mot, il n'est pas décidé qu'en perdant de son phlogistique, il n'acquiert pas une nouvelle dose du principe acidifiant, & qu'il ne se compose ainsi d'une autre manière: ces raisons paroîtront sans doute suffisantes pour justifier le rang que je lui donne. Je ne m'interdirai pas pour cela la faculté de le nommer quelquefois, avec plus d'exactitude, *acide muriatique phlogistiqué*; on verra que cela devient sur-tout indispensable en parlant des affinités doubles, où cette partie phlogistique joue un rôle important.

L'*acide muriatique* existe tout formé dans un grand nombre de substances naturelles, mais toujours engagé à quelque base alkaline, terreuse ou métallique. Il se trouve dans le *sel gemme*, qu'on extrait en masse des mines de Hongrie, de Pologne, de Moscovie, &c., &c. dans le *sel commun* qu'on retire par évaporation des eaux de la mer, de quelques lacs & d'un grand nombre de fontaines, dans le *sel ammoniac* qui se dépose à la bouche des volcans & dans les environs; il y a peu d'eau qui ne tienne cet acide uni ou à la soude, ou à la potasse, ou au calce, ou à la magnésie; il existe enfin, mais plus rarement & toujours en petite quantité, uni comme minéralisateur à quelques métaux, tels que l'argent, le mercure & le cuivre qu'il met en état de *métaux cornés* ou *muriates métalliques* natifs.

Pour obtenir l'acide, il faut détruire ces combinaisons; on y parviendroit aisément, si l'on avoit en abondance du muriate calcaire; il suffiroit de le traiter au feu de distillation; mais ce sel ne se trouve qu'en petite quantité, & toujours mêlé: les autres bases adhèrent très-fortement à l'acide, & il volatilise même les substances métalliques par l'action de la chaleur, plutôt que de s'en séparer. Il a donc fallu chercher des intermèdes, ou plutôt des agens de décomposition, & on a porté ce travail sur le sel commun, comme celui qu'il est le plus facile de se procurer.

Kesler, Agricola, Lefebvre, Schroeder, Beguin, Bohn, Henckel, Neuman, & presque tous les anciens Chymistes, ont cru que le sel commun traité au feu pouvoit donner son acide sans intermède: c'est une erreur dans laquelle ils sont tombés, pour ne s'être pas assurés, avant l'opération, de la pureté du sel qu'ils employoient: une pinte d'eau de mer, prise à soixante brasses, tient, suivant l'analyse de M. Bergman, 589 grains de sel commun, 160 de muriate magnésien, & 19 de vitriol calcaire. Il est évident que cette eau évaporée laisse un sel mêlé, à peu de chose près, dans les mêmes proportions: or il doit arriver à la distillation que l'acide, qui n'est engagé qu'avec la magnésie, s'élève à l'aide de la chaleur; il n'est donc pas étonnant qu'ils aient obtenu dans ces distillations un peu d'*acide muriatique*. Le célèbre Pott n'étoit point éloigné de cette opinion, quoiqu'il eût vérifié par lui-même que le sel commun se volatilisoit au feu sans se décomposer, & il assure que l'eau-mère du sel marin donne abondamment & sans intermède son acide, & continue d'en fournir à différentes reprises, en l'exposant à chaque fois à l'humidité de l'air, ou bien en dissolvant le résidu dans l'eau & le faisant évaporer. Je n'ai pas cru devoir omettre cette observation, parce qu'elle concourt à faire soupçonner que les muriates terreux ne laissent eux-mêmes aller leur acide qu'autant qu'il y a un véhicule aqueux.

Les Chymistes ont enfin appris que la nature ne leur donnoit presque aucune substance absolument pure, & que les expériences ne décidoient rien quand on ne connoissoit pas d'avance les matières sur lesquelles on opéroit; nous verrons à l'article MURIATE DE SOUDE comment on parvient à purifier le sel commun, & combien cette purification est nécessaire, lorsqu'il s'agit de déterminer ses propriétés.

Les Chymistes ont tenté une autre voie de décomposition du sel commun, qui ne leur a pas mieux réussi; ils imaginoient qu'en le traitant avec le charbon, son acide se chargeroit de phlogistique, & passeroit à la distillation en état d'esprit de sel, ou même de phosphore, suivant l'opinion de ce temps-là, accréditée par quelques passages de Stahl, que l'*acide muriatique* se convertissoit en acide phosphorique, par sa combinaison avec le phlogistique. Pott a répété toutes les expériences indiquées à ce sujet par Hartman, Schroeder, Manget, &c. Il a distillé le sel mêlé avec le charbon en différentes proportions; il a jetté le charbon en poudre dans le sel en fusion; il a répandu le sel sur les charbons

ardens pour en recueillir la vapeur dans un tuyau incliné à la manière de Glauber; il n'a jamais obtenu que du flegme, quelquefois acidulé par la décompofition des matières étrangères unies au fel. On peut déja foupçonner la caufe du peu de fuccès de ces tentatives, par la diftinction que j'ai annoncée de l'*acide muriatique* ordinaire, & de l'acide muriatique déphlogiftiqué.

Je ferai connoître ailleurs un procédé plus fûr pour parvenir à la décompofition de ce fel, qui a été apperçu il y a long-temps par Cohaufen, auquel les Chymiftes ont fait peu d'attention, & qui a été depuis retrouvé par le célèbre Scheele; je ne dois m'occuper ici que des opérations qui ont pour objet de féparer & de recueillir fon acide.

M. Venel diftinguoit ces opérations par la nature des intermèdes: il appelloit *intermèdes faux*, le fable, l'argille, le mica, l'ochre, les bols, les briques pilées, &c. que l'on mêle en effet au fel commun pour en retirer l'acide; il nommoit *intermèdes vrais*, ou efficaces, les acides vitriolique, nitreux & phofphorique, comme agiffant par une affinité plus forte fur la bafe. Si l'on en excepte le dernier, qui eft d'un prix trop haut, ce font en effet les intermèdes que l'on emploie aujourd'hui; & comme l'*acide muriatique* fe prépare en grand pour le commerce, on trouvera dans la partie des ARTS ET METIERS, article EAUX FORTES, la defcription des atteliers, des vaiffeaux, la pratique & les recettes des diftillateurs pour cette fabrication; je me garderai donc de revenir fur ces objets; mais il y a des points de théorie qui méritent d'être approfondis, & l'acide du commerce étant rarement au degré de pureté que le Chymifte exige pour fes expériences, je ne puis me difpenfer d'indiquer ici la manière de le préparer pour l'ufage des laboratoires.

La diftinction propofée par M. Venel n'eft point exacte: 1°. le fable quartzeux ne décompofe pas le fel commun même au feu vitrification; 2°. s'il le décompofoit, comme il décompofe le nitre, il eft évident qu'il ne décideroit la féparation de l'acide que par l'action qu'il exerceroit fur fa bafe, que parce qu'il la fixeroit par fon affinité au moment où la chaleur tend à volatilifer l'acide: ce feroit donc un intermède efficace & du même genre que M. Venel a voulu claffer féparément, l'expreffion d'*intermède faux* ne lui conviendroit pas davantage, & je doute que l'on puiffe trouver un exemple en Chymie où cette expreffion, qui fuppofe une action pure méchanique, puiffe recevoir une jufte application.

3°. Nous allons voir que cette expreffion convient encore moins aux fubftances argilleufes.

Que l'on mette dans une cornue de verre un mélange de douze onces d'argille, & une once de fel commun bien pulvérifé; qu'on diftille au feu de fable après avoir ajufté le récipient, il paffera d'abord quelques gouttes de flegme pur, & fur la fin de la diftillation, le produit fera de plus en plus acide & plus concentré.

J'indique la quantité de douze parties d'argille, afin de multiplier les points de contact du fel; Lemery n'en mettoit que fix, Stahl recommandoit dix parties d'ochre, de bol ou d'argille, & M. Venel penfoit que l'on pouvoit, fans inconvénient, porter cette quantité même au-deffus de douze.

Les uns veulent qu'on faffe d'abord décrépiter le fel, les autres le font fimplement fécher; Lemery formoit une pâte de ce mélange en le détrempant avec de l'eau, puis le laiffoit fécher avant de le diftiller. Ces manipulations ont pour objet de rendre le mélange plus intime, & d'évaporer une partie de l'humidité pour avoir un acide plus fort. Il faut feulement obferver de ne pas pouffer trop loin la deffication, on verra bientôt qu'elle feroit manquer abfolument le but de l'opération.

Quoique ce procédé foit affez ancien, on n'eft cependant pas encore bien d'accord de la manière d'agir de l'argille, je dis de l'*argille*, car on ne doit pas douter, par exemple, que la terre martiale de l'ochre & des bols ne foit inutile ou même contraire à l'objet de l'opération, puifqu'il eft certain que la bafe du vitriol martial fuffit pour retenir l'*acide muriatique*.

Suivant M. Venel, c'eft une opinion infoutenable, que celle qui fait dépendre la propriété des terres argilleufes dans cette diftillation de prétendues matières vitrioliques. M. Bergman, dans fes notes fur la Chymie de Scheffer, n'eft pas éloigné de croire qu'elles ne fervent que comme toute autre matière qui empêcheroit la fufion, qui arrêteroit le fel à un plus grand degré de chaleur; & M. Baumé affure qu'elles ne dégagent l'acide du fel que par l'acide vitriolique qu'elles contiennent. M'étant occupé, il y a quelques années, de la décompofition du fel commun, il ne m'étoit pas poffible de laiffer cette queftion indécife; les expériences fuivantes font partie d'un mémoire addreffé au miniftre en février 1782, & qui fut remis peu de temps après à M. Macquer.

L'eau diftillée, bouillie fur toutes les argilles groffières & colorées & enfuite filtrée, a donné plus ou moins de précipité par l'addition de muriate barotique, & ce précipité étoit du fpat pefant régénéré, elles tenoient donc de l'acide vitriolique même libre; cette conféquence ne peut être révoquée en doute. *Voyez* REACTIFS.

Je fis bouillir de l'eau diftillée fur la terre argilleufe blanche de poifot, exactement féparée de tout mélange accidentel étranger; cette eau filtrée ne fut nullement troublée par le muriate barotique; elle ne contenoit donc point d'acide vitriolique, ou fi elle en contenoit, il y étoit dans un état de combinaifon qui conftituoit effentiellement l'argille, & qui ne pouvoit être rompue, même par l'affinité de la terre barotique.

D'un autre côté, je précipitai une bonne quantité d'alumine ou terre bafe de l'alun par le méphite

de potasse ou alkali végétal crystallisé, j'édulcorai ce précipité dans l'eau bouillante, jusqu'à ce que la lessive ne fût plus troublée par le muriate barotique, ou du moins que l'altération fût insensible, ce que je n'obtins qu'après une prodigieuse quantité de lavages.

C'est sur ces deux terres que j'établis comparativement mon opération, je les ai traitées jusqu'à cinq fois de suite à la distillation avec le sel commun dans des cornues de verre, observant de pousser le feu sur la fin, jusqu'à faire rougir les vaisseaux, & de délayer, après chaque distillation, le résidu dans une suffisante quantité d'eau distillée : j'ai eu à chaque fois de l'*acide muriatique*, & même plus, en proportion, du mêlange fait avec l'alumine, quoique le sel qui y étoit mêlé eût été auparavant sur-saturé de soude.

Le produit de la dernière distillation du mêlange avec l'argille de poisot, ayant à peine l'odeur propre à l'*acide muriatique*, & ne rougissant que foiblement le papier teint par le tournesol, quoique le feu eût été plus fort que dans les distillations précédentes, je me déterminai à laver les résidus dans l'eau distillée. Celui de l'alumine avoit conservé toute sa blancheur, au lieu que celui de l'argille de poisot avoit pris la couleur rougeâtre du ciment que les paveurs achètent des distillateurs d'eaux fortes (*Voyez* EAUX FORTES *dans le dict. des arts & métiers.*) Ces lessives furent troublées très-sensiblement par l'addition du muriate barotique, & donnèrent du spat pesant régénéré.

Il résulte de ces expériences, que l'argille la plus pure, même l'alumine séparée de l'alun tient de l'acide vitriolique, & que c'est à raison de cet acide que ces terres décomposent une portion de sel commun ; il en résulte encore que cette décomposition n'a pas lieu, ni quand le mêlange est trop délayé, ni quand il est trop sec ; dans le premier cas, la chaleur ne peut-être assez considérable pour donner à l'*acide muriatique* ce degré de tendance à la volatilité qui doit être ajouté à la somme des affinités pour les rendre efficaces : dans le second cas, la décomposition s'arrête entiérement, parce que le fluide aqueux manque pour favoriser la volatilisation de l'acide, sans doute parce que cet acide a moins d'affinité avec l'air qu'avec l'eau, ou peut-être parce ce que son affinité avec la base alkaline devient plus forte quand il est plus sec. La condition nécessaire est donc la réunion même de ces circonstances, & on doit d'autant moins en être surpris, que suivant l'observation de M. Baumé, le muriate calcaire ne laisse lui-même aller tout son acide, qu'autant qu'on lui rend successivement l'eau nécessaire pour le faire monter.

On peut conclure des mêmes observations, que l'alun serviroit également à décomposer le sel commun, & le produit seroit d'autant plus considérable, qu'il se feroit dans le premier instant un echange de base ; de sorte qu'en mêlant trois parties d'alun à deux parties de sel, l'acide ne se trouveroit plus engagé que dans la terre alumineuse.

Il n'en est pas de même de tous les sels vitrioliques : le vitriol de mars, qui dégage si facilement l'acide du nitre, ne décompose qu'une très-foible quantité de sel commun, parce que, comme le dit M. Macquer, son acide adhére bien plus fortement aux chaux métalliques ; & il me paroît certain que le véhicule aqueux n'est pas moins nécessaire ici que dans la distillation du muriate calcaire, de sorte que le vitriol martial trop calciné donneroit, même à un plus grand feu, beaucoup moins d'acide.

Il n'y a rien à attendre du vitriol calcaire, puisque quand on mêle les dissolutions de vitriol de soude & de muriate calcaire, il se précipite de la sélénite.

On a proposé le vitriol de magnésie ou sel d'Epsom; mais je ne pense pas que ce procédé puisse devenir économique : si la magnésie a moins d'affinité avec l'*acide muriatique* que la terre calcaire, il est bien certain qu'elle adhére à cet acide au moins autant que la chaux de fer ; on n'aura donc encore qu'une décomposition partielle, & qui cessera dès que le mêlange sera complettement desseché.

M. Weber assure avoir retiré sans feu huit livres d'*acide muriatique* assez fort, en versant peu à peu une livre d'acide vitriolique affoibli d'une pinte d'eau dans cinq livres d'eau-mère du sel, & couvrant immédiatement le vaisseau pour empêcher sa dissipation. Mais on sent combien cet acide doit être impur. 1°. Cet auteur suppose que l'on peut d'abord séparer de l'eau-mère tous les sels crystallisables, tels que le sel commun & le vitriol magnésien : or les Chymistes savent que les eaux-mères retiennent toujours opiniâtrement une partie de ces sels : 2°. le filtre de toile dont se sert M. Weber, & qu'il porte ensuite sous une presse de bois, doit laisser passer beaucoup de sélénite indépendamment de celle qui reste en dissolution dans l'acide même ; 3°. les eaux-mères du sel contiennent beaucoup de muriate magnésien, & la magnésie formant un sel soluble avec l'acide vitriolique reste nécessairement dans la liqueur ; aussi M. Weber conseille-t-il de la distiller si l'on veut débarrasser l'acide de ce vitriol magnésien ; mais dans ce cas, il me paroît qu'il y auroit bien plus d'avantage à distiller tout de suite l'eau-mère, comme le dit M. de Machy, sans addition.

Il n'y a donc que les acides libres capables de retenir la base du sel commun qui puissent donner son acide un peu concentré & en abondance.

Six acides sont en état d'opérer sa décomposition complette, ce sont les acides phosphorique, ou rétique, boracin, arsenical, vitriolique & nitreux ; les quatre premiers ne l'opèrent que par la voie sèche & à raison de leur fixité, les deux derniers par une plus grande affinité avec la base. Les quatre premiers sont trop chers pour être employés comme

inftrumens de fabrication, on ne s'en fert que pour des expériences appropriées. L'acide nitreux étant lui-même volatil, il en paffe une partie avec l'*acide muriatique*, ce qui forme une eau régale (*Voyez* ACIDE REGALIN); il ne refte donc que l'acide vitriolique.

Pour obtenir l'*acide muriatique* concentré par le moyen de l'acide vitriolique, on commence par faire deffécher le fel commun, on le met dans une cornue tubulée, on y adapte un récipient & des ballons enfilés, tout de même que pour l'acide nitreux fumant. (*Voyez* ACIDE NITREUX.) On procède avec les mêmes précautions; on lutte encore plus exactement les jointures des vaiffeaux, parce que les vapeurs font plus élaftiques & plus corrofives; il eft même difficile d'empêcher qu'elles n'attaquent les ferrures de l'endroit où on diftille cet acide. Quand la cornue eft placée fur le bain de fable, on introduit peu à peu l'acide vitriolique par la tubulure. L'opération commence fans feu par la feule action de l'acide vitriolique concentré, on ne met quelques charbons dans le fourneau que lorfqu'il ne diftille plus rien; on augmente peu à peu la chaleur, & l'opération eft achevée avant qu'on l'ait porté au point de faire rougir la cornue.

Avec un très-grand récipient on peut fe paffer des ballons enfilés, mais il faut au moins qu'il foit percé d'un petit trou, pour donner iffue aux vapeurs fi elles deviennent trop fortes. On a auffi la reffource d'appliquer fur le récipient des linges trempés dans l'eau froide pour hâter la condenfation. Lorfqu'on ne fe propofe pas d'avoir l'acide au plus haut degré de concentration, on fe garde bien de deffécher le fel, ce qui rend l'opération bien plus laborieufe; car, comme le dit M. Macquer, fi les luts viennent à manquer, il eft prefque impoffible de les réparer. Quelques-uns même affoibliffent l'acide vitriolique avec de l'eau, alors la diftillation fe fait plus tranquillement, & il fe diffipe beaucoup moins d'acide en état de gas.

Glauber, qui le premier a décrit ce procédé, employoit une partie d'acide vitriolique concentré pour deux parties de fel commun; c'eft encore la proportion que l'on fuit communément. En fe réglant fur la table de compofition des fels de M. Bergman, il faudroit trois parties d'acide pour quatre de fel; celle de M. Wenzel n'en exigeroit guères moins, & fuivant l'eftimation de M. Kirwan, trente-deux parties d'acide vitriolique doivent fuffire pour faturer toute la foude d'un quintal de fel commun. Ces différences viennent de l'état de concentration dans lequel ces favans ont confidéré l'acide, & prouvent combien il eft difficile de parvenir à une détermination exacte. Au refte, il fuffit ici que tout le fel foit décompofé, & il vaut mieux en mettre un peu plus qu'un peu moins.

L'acide que l'on retire de cette manière, & quand on n'ajoute pas d'eau ni dans la cornue ni dans le récipient, eft ce qu'on nomme *acide muriatique fumant*; il faut ufer de précautions pour le tranfvafer fans danger des ballons dans des flacons: elles confiftent à fe placer dans des courans d'air, & à tenir les vaiffeaux fort élevés pour ne pas refpirer la vapeur qui feroit capable de fuffoquer.

L'*acide muriatique*, obtenu par ces diftillations, foit avec les terres, foit avec des fels, foit avec des acides libres, peut bien fervir à différens artiftes, mais on eft obligé de le rectifier pour les ufages chymiques. Cela fe fait en le rediftillant fur du fel commun qui retient la portion d'acide vitriolique, qui avoit pu s'élever à la première diftillation, en lui préfentant, dans une infinité de points de contacts, une bafe capable de le fixer; & la terre martiale que le gas avoit emportée à la faveur d'une diftillation tumultueufe, refte dans la cornue à une diftillation plus tranquille.

Cependant un Chymifte exact ne s'en tiendra pas à cette rectification; il fait qu'un peu de phlogiftique ou de matière graffe rencontrant l'acide vitriolique peut le faire monter à la feconde diftillation comme à la première; il fait que l'acide vitriolique tient affez fouvent de l'acide nitreux, dont une portion échapperoit toujours par fa volatilité, ou pour mieux dire par fon union avec l'*acide muriatique* & l'état d'acide phlogiftiqué qu'il acquiert dans ces circonftances. Il prend le parti de préparer lui-même l'acide deftiné aux expériences & qui ne fait jamais un objet confidérable. Il commence par faturer complettement de foude pure une certaine quantité de fel commun, il fait cryftallifer la diffolution après l'avoir filtrée, il mêle ce fel avec douze parties d'argille blanche, il traite ce mélange à la diftillation dans des vaiffeaux de verre, en obfervant d'arrêter l'opération quand il eft abfolument fec, de laiffer refroidir & de recommencer après avoir ajouté de l'eau diftillée: il effaie enfin le produit par l'addition du muriate barotique qui précipite l'acide vitriolique qui pourroit s'y rencontrer, & qui n'y laiffe aucun acide étranger.

On trouvera ce procédé un peu long, mais ce n'eft pas le temps qu'on paffe à affurer fes expériences qu'il faut regretter, c'eft celui qu'on perd à en faire avec des matières impures & dont les réfultats ne peuvent fervir qu'à induire en erreur. Que de Chymiftes faits pour enrichir la fcience par leur génie & leur activité ne laifferont après eux, faute de cette précaution, que l'incertitude de favoir quel mélange accidentel a pu produire les phénomènes qu'ils ont décrits!

Examinons préfentement les propriétés de cet acide.

L'*acide muriatique* pur eft toujours fous forme fluide, il a une odeur particulière qui tient de celle du faffran, il eft très-volatil & fournit fpontanément des vapeurs blanches ou qui ne fe rendent vifibles qu'à l'air libre, qui font très-élaftiques & caufent fur la peau une fenfation de chaleur; il a

une saveur violemment acide sans arrière-goût. Il diffère donc sensiblement de l'acide vitriolique pur qui est fixe & inodore ; il diffère de l'acide nitreux pur par l'odeur & la saveur ; il diffère de l'acide nitreux phlogistiqué, en ce que ce dernier est plus rouge & donne des vapeurs de même couleur, que l'on apperçoit jusques dans les flacons bouchés ; & cela indépendamment des différences bien plus considerables qui résultent de leurs affinités comparées. Au reste, l'*acide muriatique* altère en rouge les couleurs bleues végetales, presque aussi puissamment que les deux autres.

On avoit cru que l'*acide muriatique* concentré étoit naturellement jaune ; M. Priestley a fait voir que cette couleur ne lui étoit point essentielle, qu'elle ne dépendoit pas de quelques matières phlogistiques, comme celle de l'acide nitreux, qu'elle n'étoit point produite par la chaleur, qu'elle n'étoit enfin que le résultat accidentel d'une imprégnation de terre martiale ; de sorte qu'il étoit possible d'obtenir cet acide sans couleur dans le plus haut degré de concentration.

Les anciens Chymistes ont eu différentes opinions sur la nature de l'*acide muriatique*.

Vanhelmont pensoit qu'il étoit l'acide primitif & la vraie base de tous les autres ; Becher le croyoit composé de l'acide vitriolique modifié par ce principe, qu'il appelloit terre mercurielle ou ame des métaux ; & ce systême qu'il avoit lié à sa théorie fondamentale de l'influence de ce principe, comme cause matérielle de la volatilité, a eu pendant long-temps beaucoup de sectateurs, parce qu'on remarquoit en effet que cet acide possédoit, à l'exclusion des autres, la propriété singulière de rendre volatiles toutes les substances métalliques.

A la place de ces hypothèses, la Chymie moderne met une doctrine moins brillante, mais appuyée sur une base plus solide. L'*acide muriatique* n'est autre chose que de l'eau chargée de *gas acide muriatique* (*Voyez cet article*), & je dirai dans un instant comment le celebre Kirwan a été conduit par cette observation à déterminer dans cette liqueur les proportions d'acide sec & d'eau, suivant sa pesanteur spécifique.

L'*acide muriatique* tient du phlogistique, il en communique à la chaux noire de manganèse pour la rendre soluble ; il en prend à la chaux blanche d'arsenic ce qui lui est nécessaire pour se rétablir en l'état d'*acide muriatique* ordinaire, tel que nous le considérons présentement ; il en cède une portion au minium qu'il réduit, à l'acide nitreux qui devient ainsi gas nitreux. Ces preuves seront développées à l'article ACIDE MURIATIQUE DÉPHLOGISTIQUÉ. J'ajouterai ici une observation qui ne me paroit pas moins décisive. Les physiciens savent que le pouvoir refringent ne suit pas la densité ; les résultats comparés de leurs expériences les portent à penser qu'il y a quelque matière plus éminemment douée de cette puissance, sans doute par son affinité avec la lumière, & que cette matière est le phlogistique. Or M. Brisson a trouvé qu'une lentille à liqueur remplie d'*acide muriatique* délayé à 11,940 de densité ne donnoit de longueur au foyer que $\frac{1}{12}$ de plus que la même lentille remplie d'acide vitriolique concentré à 18,408 de densité.

La quantité de phlogistique varie suivant les différens états de cet acide ; on peut voir à l'article GAS ACIDE MURIATIQUE la méthode par laquelle le célèbre Kirwan a essayé de déterminer ce que cent pouces cubiques de ce gas pouvoient contenir de phlogistique.

L'*acide muriatique* tient de l'air vital principe acidifiant commun ; ce n'est pas seulement sur l'analogie que j'appuie cette conclusion, quoiqu'une analogie établie sur tant de faits, circonscrite par tant d'applications directes dans la formation de tous les acides, puisse peut-être faire admettre une fois une probabilité, malgré l'abus que l'on en fait journellement. Il suffit d'observer attentivement ce qui se passe dans quelques opérations, pour voir changer cette probabilité en certitude. 1°. Cet acide dissout les métaux, & les alkalis caustiques les précipitent de ces dissolutions en état de chaux ; ils ont donc reçu de l'acide, en échange de leur phlogistique, la portion d'air vital nécessaire à cet état. 2°. La chaux blanche d'arsenic ne devient acide qu'en recevant une nouvelle dose du principe acidifiant ; dans ce passage elle n'est en contact qu'avec l'*acide muriatique*, & même sans chaleur ; il n'y a donc que lui qui puisse le lui fournir. (*Voyez* ACIDE ARSENICAL.) 3°. Enfin, suivant l'observation de M. Landriani, cet acide, en entrant dans la composition de l'éther, produit, comme tous les autres acides, une quantité considérable de gas acide méphitique qui est formé de son air vital, principe acidifiant ; & s'il vient à être dégagé de la combinaison éthérée, il reprend ce même principe en état d'air vital à l'acide qui le déplace. *Voyez* ACIDE MEPHITIQUE & ETHER.

Il ne nous reste donc plus qu'à connoitre une quatrième substance pour avoir l'analyse entière de l'*acide muriatique*. A cet égard nous ne pouvons dire autre chose, sinon que c'est une *base acidifiable* de son genre, & probablement une des plus simples qui existe dans la nature. Quelles sont ses propriétés comme corps simple ? L'art parviendra-t-il à la saisir dans cette simplicité ? Est-elle susceptible d'un autre genre de composition que celle qui la constitue ou acide, ou sel, ou éther ? Les bons esprits verront avec satisfaction que l'on ait deja pu porter jusques-là la lumière ; ils attendront du temps de nouveaux secours pour pénétrer plus loin, & abandonneront ces questions à ceux qui goûtent plus de plaisir à marquer le terme de nos connoissances qu'à en recueillir les fruits, ou qui aiment à promener leur imagination dans le vague de l'espace.

La connoissance de la composition des sels étant

aujourd'hui une des bases les plus importantes des recherches de la Chymie sublime, le premier pas à faire dans cette carrière difficile étoit de découvrir ce qui se fixe d'*acide réel* dans ces combinaisons, indépendamment de l'eau qui lui est toujours unie, & d'établir des rapports de pesanteur spécifique qui pussent servir à faire connoître cette quantité, en même temps qu'ils détermineroient le degré de concentration. Il faut exposer à ce sujet les belles expériences de M. Kirwan, d'autant plus qu'elles forment la première donnée d'un système ingénieux qui embrasse tous les acides & tous les sels.

« Lorsque je lus, pour la première fois, (dit cet » académicien) les expériences du docteur Priestley sur l'air (source inépuisable de découvertes » futures), le changement de l'*acide muriatique* » en gas, & la régénération d'une liqueur en tout » semblable à l'*acide muriatique* par la réunion de » ce gas à l'eau, me fit concevoir la possibilité de » découvrir la quantité exacte d'acide contenu dans » de l'*acide muriatique*, dont la pesanteur spécifique seroit donnée, & par ce moyen celle de » toute autre liqueur acide ».

M. Kirwan prit en conséquence deux bouteilles qu'il remplit avec soin d'eau distillée jusqu'au goulot, & qui en contenoient en tout 1399,9 grains; il les mit sous deux cloches de verre pleines de gas *acide muriatique* retiré du sel commun par le moyen de l'acide vitriolique aidé de la chaleur, & avec l'appareil au mercure : il renouvella ce procédé jusqu'à ce que l'eau en fût chargée; elle prit en huit jours 794 pouces cubiques de gas, le thermomètre & le baromètre n'avoient point varié sensiblement; l'eau, ou plutôt la liqueur acide pesoit alors 1920 grains, c'est-à-dire 520,1 grains de plus qu'auparavant, & qui étoient par conséquent le poids du gas qu'elle avoit absorbé; sa pesanteur spécifique fut trouvée 1,225, surquoi M. Kirwan établit ce calcul :

Perte de poids de l'acide dans l'eau, ou poids d'un volume égal d'eau... 1567,346 grains.
ôtant... 1399,900 *poids de la quantité réelle de l'eau.*

reste.... 167,446 *pour la perte éprouvée par le gas.*

Nous avons vu que le poids de ce gas étoit de 520,1 grains, il ne s'agit donc plus que de diviser cette quantité par la perte de poids qu'elle a éprouvée, & on a $\frac{520,1}{167,446} = 3,106$ qui est la pesanteur spécifique du gas *acide muriatique* dans l'état de condensation où il se trouve quand il est uni à l'eau.

M. Kirwan ne présente ces résultats qu'avec la louable circonspection d'un physicien qui sent combien la précision est difficile en pareille matière & qui avertit le premier des accidens qui peuvent en écarter; cependant il s'est assuré par l'expérience que la densité acquise étoit celle du gas acide, & ne provenoit pas en partie de l'attraction qu'il exerçoit sur l'eau, puisque ayant exposé pendant cinq jours 1440 grains de cette liqueur acide à de nouveau gas, il trouva qu'elle pesoit, au bout de ce temps, 122 grains de plus, & que la pesanteur spécifique de cette liqueur étoit alors 1,253, ce qui étoit absolument conforme au calcul.

Suivant M. Baumé, la pesanteur spécifique de l'*acide muriatique* le plus fort est 1,187 : M. Bergman la porte à 1,190; cependant Homberg assuroit en avoir obtenu par la distillation dont la pesanteur spécifique étoit de 1,300; & M. Kirwan pense que celui dont parle le docteur Priestley devoit être d'à-peu-près 1,500; il en a fait en conséquence le premier terme de la table suivante, au moyen de laquelle, connoissant la pesanteur spécifique d'un *acide muriatique*, on juge au premier coup-d'œil ce qu'il tient d'acide réel & d'eau.

Quantités proportionnelles		Pesanteur spécifique.
d'acide réel.	d'eau.	
	50	1,497
	60	1,431
	70	1,381
	80	1,341
	90	1,308
	100	1,282
	110	1,259
	120	1,240
	130	1,223
	140	1,209
	150	1,196
	160	1,185
	170	1,175
	180	1,166
48,7	190	1,158
	200	1,151
	210	1,144
	220	1,138
	230	1,132
	240	1,127
	250	1,122
	260	1,118
	270	1,114
	280	1,110
	290	1,106
	300	1,103
	310	1,100
	320	1,097
	330	1,091
	340	1,089
	350	1,086
	360	1,084

Quantités proportionnelles d'acide réel.	d'eau.	Pesanteur spécifique.
48,7	370	1,082
	380	1,080
	390	1,078
	400	1,076
	410	1,074

Suivant l'auteur de cette table, l'*acide muriatique*, dont la pesanteur spécifique est 1,261 & au-dessous, n'a que peu ou point d'attraction avec l'eau, n'attire rien de l'air, & ne peut produire de chaleur capable de faire monter un thermomètre dont on y plonge la boule, comme le font les acides vitriolique & nitreux.

Cette observation vient à l'appui de la conjecture que j'ai déja eu plus d'une fois occasion de proposer, qui est que les acides aériformes tiennent une portion plus considérable de matière calorifique, qui peut être rendue libre dans leur union avec l'eau. Ce seroit donc un nouvel élément dont il faudroit tenir compte dans la détermination rigoureuse du rapport de volume à la quantité de matière contenue dans la liqueur acide; mais il faudroit auparavant que l'existence de ce nouveau principe dans le gas acide fût bien constatée, que la dose en fût fixée; & comme sa pesanteur est évidemment nulle dans l'air commun, on sent tout-à-la-fois la difficulté de le faire entrer dans le calcul, & le peu de changement qui en résulteroit. La table de M. Kirwan peut donc être regardée, même dans cette hypothèse, comme suffisamment exacte pour tous les cas où l'on aura besoin de la consulter; & je ne fais cette remarque, que parce qu'il importe de recueillir jusqu'aux indices de la plus foible partie constituante d'un corps, puisque cette connoissance est nécessaire à son analyse & peut servir à l'explication d'autres phénomènes.

La chaleur spécifique de l'*acide muriatique* fumant, sa densité étant :: 1,122, a été trouvée de 0,680, c'est-à-dire de 0,320 moins que celle de l'eau au terme de la glace, & 0,104 plus qu'un acide nitreux fumant, dont la densité étoit :: 1,355. *Voyez* CALORIFIQUE.

Il y a quelques opérations dans lesquelles il est nécessaire d'employer de l'*acide muriatique* étendu ou délayé; pour que cette expression ne soit pas trop arbitraire, on doit entendre, avec M. Bergman, un acide dont la pesanteur spécifique soit un peu au-dessous de 1,100.

L'*acide muriatique* agit puissamment sur les terres, les alkalis & les métaux. Les produits de ses combinaisons ont reçu des dénominations aussi fausses que disparates, ou du moins incommodes & peu propres à soulager la mémoire, telles que *sel marin à base de terre pesante*, *sel de sylvius*, *lune cornée*, *précipité blanc*, *sublimé corrosif*, *beurre d'antimoine*, *&c.* Nous donnons à tous ces sels le nom générique de muriate, suivi de l'expression de la base. Ainsi c'est au mot MURIATE qu'il faut chercher leur préparation, leurs propriétés & l'action qu'ils exercent eux-mêmes sur d'autres substances; nous nous bornerons à présenter ici quelques considérations générales sur les produits de notre acide, comme pouvant servir à faire mieux connoître sa nature particulière.

Les dissolutions par l'*acide muriatique* ne sont pas accompagnées d'autant de chaleur que celles par les acides vitriolique & nitreux.

L'*acide muriatique* ordinaire n'a point d'action sur le soufre.

Il forme des sels crystallisables, permanens avec les mêmes terres qui en donnent avec l'acide nitreux; il dissout un peu de vitriol calcaire & de fluor minéral sans les décomposer. Suivant l'observation de M. Schéele, il dissout l'arseniate mercuriel qui n'est pas attaqué sensiblement par l'acide nitreux, ni même par l'acide vitriolique.

Il n'a aucune action sur la terre quartzeuse. M. Priestley rapporte que l'*acide muriatique* enfermé dans des tubes de verre de différente qualité, scellés hermétiquement, & exposés long-temps à la chaleur du bain de sable, y a produit une matière saline; mais ce physicien exact ne laisse pas même soupçonner que la partie vitrifiable ait été réellement attaquée: lorsqu'il employa du flint-glass, cette matière étoit un muriate de plomb; lorsqu'il se servit de verre noir ou verd, c'étoit du muriate calcaire; l'un & l'autre de ces sels étoient mêlés de terre non soluble, comme il arrive à tous les verres exposés à l'action d'un acide puissant, quand le fondant y est trop à nud.

Quoiqu'il soit bien reconnu que l'*acide muriatique* a moins d'affinité avec les alkalis que les acides nitreux & vitriolique, néanmoins il décompose à la cornue les nitres & les vitriols à base alkaline: ces faits observés d'abord par MM. Margraff & Baumé, ont été de nouveau examinés par M. Cornette (*Mém. de l'acad. 1778.*) Cet académicien mit dans un matras une demie once de vitriol de potasse pulvérisé, une once & demie d'*acide muriatique* fumant rectifié sur le sel commun, dont la pesanteur spécifique étoit 1,177; & ayant fait bouillir ce mélange, il obtint, par la crystallisation, du muriate de potasse, auquel une seule dissolution enleva la portion d'acide qui se trouvoit engagée dans les crystaux. Il a observé qu'avec de l'*acide muriatique* plus foible, ou affoibli par l'eau de dissolution de vitriol de potasse, il n'y avoit point de décomposition.

Il résulte encore des expériences de M. Cornette, que la décomposition du vitriol de soude s'opère encore plus promptement, plus facilement, & avec un *acide muriatique* plus foible ou plus affoibli

par l'eau de cryſtalliſation que ce vitriol retient en abondance.

Que l'*acide muriatique* décompoſe, par le même procédé, les nitres à baſe d'alkali fixe ; que la décompoſition du nitre de ſoude eſt auſſi plus prompte & plus complette avec la même doſe ; qu'il ſe dégage, pendant ces opérations, des vapeurs rouſſes, pénétrantes, ayant abſolument l'odeur de l'eau régale ; que les eaux-mères reſtantes après la cryſtalliſation des muriates diſſolvent l'or comme l'eau régale.

Que l'*acide muriatique* agit encore d'une manière plus marquée ſur les vitriols & nitres à baſe ammoniacale.

Enfin, qu'à l'inſtant de la diſſolution de tous ces ſels neutres par l'*acide muriatique*, il y a toujours un réfroidiſſement très-ſenſible, ou quantité de chaleur abſorbée, déterminée par l'abaiſſement du mercure dans le thermomètre, depuis ſix juſqu'à deux degrés.

Cette décompoſition des vitriols & des nitres alkalins par l'*acide muriatique*, préſente une anomalie qui a fort embarraſſé juſqu'à préſent tous les Chymiſtes ; M. Cornette paroît même diſpoſé à la regarder comme une exception aux loix générales des affinités ; mais il eſt facile de la concilier avec ces loix, maintenant que l'on ſait que l'*acide muriatique* tient une portion de phlogiſtique ; car, comme le dit très-bien l'illuſtre Bergman, l'acide du nitre s'empare de cette portion de phlogiſtique à l'aide de la chaleur, & devenant alors plus foible, cède ſa baſe alkaline à l'*acide muriatique*. On en a une preuve bien ſenſible dans les vapeurs d'eau régale qui s'élèvent dans ces décompoſitions, & qui annoncent la préſence de l'*acide muriatique* déphlogiſtiqué : on en aura une ſeconde preuve plus déciſive, ſi on fait attention que l'acide acéteux eſt lui-même capable de décompoſer le nitre qui a été expoſé ſeul au feu pendant quelque temps. (*Voyez* ACIDE NITREUX & NITRE.) Il faut donc conſidérer ici quatre ſubſtances au lieu de trois, & pour lors tout rentre dans l'ordre, il eſt facile de concevoir le jeu de cette double affinité. Quoique le vitriol de potaſſe ne ſoit pas abſolument dans le même cas que le nitre, puiſque la chaleur ſeule ne relâche pas l'union de ſes parties, il n'eſt pas moins certain qu'il a auſſi une très-grande affinité avec le phlogiſtique, laquelle, ajoutée à l'affinité de l'*acide muriatique* avec la baſe alkaline, fait de deux ſommes reſpectivement impuiſſantes une ſomme de forces ſuffiſantes pour déterminer l'échange.

C'eſt par le même principe que le ſavant profeſſeur d'Upſal a expliqué très-clairement les doubles décompoſitions des vitriols alkalins par le muriate calcaire. Stahl, Pott & Margraff avoient parlé de ces phénomènes ; Boulduc paroît encore leur avoir donné plus d'attention ; mais ils ont été depuis beaucoup mieux décrits & circonſtanciés par M. Cornette, dans un mémoire faiſant ſuite à celui que j'ai déja cité.

Il a reconnu que lorſqu'on mêloit le muriate calcaire en liqueur à la diſſolution de vitriol de potaſſe, de même qu'à la diſſolution de vitriol de ſoude, le mêlange ſe troubloit & qu'il ſe dépoſoit du vitriol calcaire, dont partie étoit en cryſtaux ſoyeux ; que le muriate magnéſien décompoſoit les vitriols alkalins, de même que le muriate calcaire ; enfin que le vitriol magnéſien étoit également décompoſé par le muriate calcaire. Ces décompoſitions annoncent, ſuivant M. Cornette, que l'acide vitriolique cherche plutôt à ſe combiner avec les terres qu'avec les alkalis, & il les regarde en conſéquence comme faiſant autant d'exceptions à la table des affinités ; mais la loi de cette table ſubſiſte dès qu'il eſt reconnu que les terres, même cauſtiques, ne décompoſent point les vitriols alkalins ; il faut donc que dans notre hypothèſe il y ait une cauſe nouvelle & indépendante de cette attraction directe ; pour la trouver, il n'y a qu'à appliquer le calcul, à l'exemple de l'illuſtre Bergman & ſuivant ſes principes ; c'eſt ce qu'a fait M. Fourcroy dans un mémoire dont nous tirerons la ſolution de ce problême.

Il a ſuppoſé l'affinité de l'*acide vitriolique* :

Avec l'alkali = 8.
Avec la chaux = 6.

L'affinité de l'*acide muriatique* avec l'alkali = 6.
Avec la chaux = 3.

8 + 3 ſomme des affinités conſpirantes pour maintenir les deux compoſés dans l'état où on en fait le mêlange, étant plus petite que 6 + 6 ſomme des affinités qui tendent à les détruire, il doit y avoir échange des baſes. *Voyez* AFFINITÉ.

L'*acide muriatique* s'unit très-facilement à toutes les chaux métalliques, & forme des ſels qui ſe cryſtalliſent plus aiſément que les diſſolutions nitreuſes.

Lorſqu'on lui préſente ces ſubſtances en état de métal, il y en a pluſieurs qu'il n'attaque pas, même à la chaleur de la digeſtion : tels ſont l'or, la platine, l'argent & le mercure. Cette négation apparente d'affinité a fort embarraſſé les Chymiſtes juſques dans ces derniers temps, ſur-tout par rapport à l'argent & au mercure qu'ils voyoient quitter l'acide nitreux pour s'unir à cet acide & lui adhérer fortement ; la raiſon de ces phénomènes ſe préſente aujourd'hui tout naturellement : ces métaux ont plus d'affinité avec lui ; mais la force avec laquelle ils retiennent le phlogiſtique eſt ſupérieure à celle que l'acide exerce ſur le même principe ; d'où il ſuit qu'il ne peut les mettre dans cet état de déphlogiſtication, ſans lequel il n'y a point de diſſolution métallique. Ont-ils été privés de cette portion par un autre agent quelconque ? l'affinité de l'acide avec la chaux métallique s'exerce dans toute ſon énergie.

Les diſſolutions des autres métaux par cet acide, de ceux-même qu'il attaque le plus facilement, ſont moins vives, moins tumultueuſes qu'avec l'acide

l'acide nitreux, parce que son action se borne à déplacer le phlogistique, & qu'il ne forme pas avec lui un nouveau composé plus essentiellement gaseux; parce qu'il ne fait que partager successivement son principe acidifiant avec la terre métallique, sans la lui abandonner presque tout d'un coup, en échange du principe métallisant.

Lorsqu'on lui présente des chaux métalliques, il les dissout facilement, il attaque même celles qui sont assez déphlogistiquées pour résister aux autres acides, parce qu'il est en état de leur restituer la portion de ce principe nécessaire à la dissolution. C'est ainsi qu'il dissout la chaux noire de manganèse, qu'il se colore sur le champ sur la chaux de fer la plus appauvrie de phlogistique; c'est par cette raison enfin qu'il sert si efficacement à enlever les taches de rouille qui s'attachent aux vaisseaux de verre, & qui éludent l'action de tout autre dissolvant, comme l'a observé le célèbre Priestley.

Une fois uni aux terres métalliques, il leur adhère assez fortement pour volatiliser, avec lui, même les plus fixes (*Voyez* MURIATE D'ARGENT, MURIATE MERCURIEL), pour les faire passer à la distillation, & les mettre presque en état de gas. *Voyez* MURIATE D'ÉTAIN.

Plusieurs Chymistes regardent encore l'affinité plus puissante de l'*acide muriatique* sur quelques métaux, tels que l'argent, l'étain, le plomb, &c. comme une propriété particulière qui peut servir à dévoiler la nature de cet acide, & à fonder la distinction des métaux blancs ou *lunaires* & des métaux *solaires*; mais un coup d'œil sur nos tables d'affinités fait bientôt juger de la futilité de ces hypothèses, puisque toutes les terres métalliques gardent le même ordre avec tous les acides; que par rapport à l'argent, l'*acide muriatique* partage cette propriété avec six autres acides qui l'enlèvent aussi à l'acide nitreux, & que l'*acide muriatique* ne se trouve lui-même qu'au troisième rang dans la colonne de l'étain, & au neuvième dans celle du plomb.

Pendant la dissolution des métaux par l'*acide muriatique*, il se dégage une odeur qui a quelque rapport à celle de l'ail & de l'arsenic, mais qui ne dépend, comme toute autre odeur, que de la manière dont l'organe est affecté par les matières simples ou composées qui y sont apportées par quelque agent volatil, & d'où il peut résulter une sensation dont la différence soit insensible, sans qu'elle annonce pour cela un principe identique.

L'*acide muriatique* dégage du gas inflammable très-pur en se combinant avec les métaux pourvus de leur phlogistique; il est remarquable que l'on n'a pu encore parvenir à retirer de l'air vital de ses combinaisons salines métalliques. La facilité avec laquelle il volatilise les chaux les plus fixes, est vraisemblablement le principal obstacle à la décomposition nécessaire à cet effet.

C'est une opinion assez générale que les muriates métalliques sont plus corrosifs que les vitriols & les nitres métalliques, & il faut convenir qu'elle n'est pas sans fondement; cependant je ne crois pas qu'on ait fait une comparaison assez suivie de l'action de ces sels sur les matières animales, dans un degré égal de neutralisation, & même de concentration, pour admettre ce principe sans réserve. Le muriate d'argent, même coulé au feu, est bien éloigné de produire les mêmes effets que le nitre d'argent dans l'état de fusion qui le constitue *pierre infernale*; la combinaison de l'*acide muriatique* avec le mercure présente elle-même des différences très-marquées à cet égard, suivant la proportion de phlogistique qui y entre; en un mot la qualité corrosive dépend, comme nous le verrons, de plusieurs causes encore peu déterminées, mais dont il n'y en a aucune qui paroisse devoir appartenir privativement à l'*acide muriatique*.

En traitant des muriates métalliques, je ferai connoître plus particuliérement les phénomènes que présente la décomposition de ces sels par double affinité; en voici un exemple que je choisis pour confirmer ce que j'ai dit plus haut de la nécessité de tenir compte du phlogistique dans le nombre des substances qui agissent respectivement les unes sur les autres: l'*acide muriatique* n'attaque pas l'antimoine en régule, & cependant ce demi-métal enlève cet acide au mercure, & décompose le muriate mercuriel corrosif; cela vient, comme l'observe l'illustre Bergman, de ce que la chaux de mercure reprend d'abord à l'antimoine une portion de son phlogistique, & se révivifie de cette manière presque instantanément, ou du moins à un degré de chaleur bien inférieur à celui où il pourroit se réduire seul comme métal parfait.

Stahl avoit avancé que l'*acide muriatique* uni au fer acquerroit les propriétés de l'acide nitreux; toutes les tentatives qu'on a faites à ce sujet ont été infructueuses. Cependant elles ont présenté à M. le duc d'Ayen des observations importantes sur l'adhérence de cet acide à la terre martiale, la sublimation & les différens états du sel qui en résulte, comme on peut le voir à l'article MURIATE MARTIAL.

M. Schéele a bien remarqué que l'*acide muriatique* mis en digestion sur la mine noire de manganèse avoit une odeur nitreuse, & qu'après l'avoir perdue en réfroidissant, la liqueur la reprenoit dès qu'on la faisoit chauffer. C'est sans doute sur quelque indice pareil que les anciens Chymistes ont affirmé la possibilité de la conversion. Le célèbre académicien de Stockolm, en faisant mention de cette circonstance, l'apprécie à sa juste valeur.

La table des affinités de *Geoffroy* donne celles de l'*acide muriatique* avec les metaux dans l'ordre suivant: l'étain, l'antimoine, le cuivre, l'argent, le mercure.

La table de *Gellert* indique d'abord le phlogistique; c'étoit alors l'opinion des Chymistes que les trois acides minéraux devoient se ressembler à un certain point, par la propriété de s'emparer de ce

principe, par préférence à toute autre substance; & l'illustre Macquer regardoit lui-même comme certain que l'*acide muriatique* n'étoit disposé à une facile combinaison avec l'esprit-de-vin, à donner l'éther muriatique, que parce qu'*il se chargeoit d'une partie du principe inflammable des métaux*, avec lesquels on l'avoit d'abord uni. (*Voyez* MURIATE D'ETAIN & ETHER MURIATIQUE.) Mais nous savons présentement que cet acide, dans l'état que nous le considérons, ne peut en être fort avide, puisqu'il en est en quelque sorte saturé; qu'il peut en céder lui-même à la chaux de mercure, au point de la révivifier, pendant la digestion; aux chaux de fer, de manganèse, &c. pour les rendre solubles, & qu'il est susceptible de prendre la forme gaseuse par l'accession seule de la chaleur, sans addition de phlogistique, à la différence des acides vitriolique & nitreux.

Gellert s'écartoit déja, pour les métaux, de l'ordre indiqué par la table de *Geoffroy*, puisqu'il mettoit le cuivre avant l'étain & l'antimoine. M. Bergman, après avoir recueilli, comparé & vérifié les observations, a vu qu'ils devoient ici garder absolument le même ordre qu'avec tous les autres acides, en considérant, comme on le doit, plutôt les chaux métalliques que les métaux eux-mêmes. (*Voyez* AFFINITE.) Voici le rang qu'il assigne à toutes les bases par rapport à l'*acide muriatique*.

Le barote.
La potasse.
La soude.
Le calce.
La magnésie.
L'ammoniac.
L'alumine.

Substances métalliques:
Le zinc.
Le fer.
La manganèse.
Le cobalt.
Le nickel.
Le plomb.
L'etain.
Le cuivre.
Le bismuth.
L'antimoine.
L'arsenic.
Le mercure.
L'argent.
L'or.
La platine.

L'eau.
L'esprit de vin.
Le phlogistique.

§. *De l'action de cet acide sur les huiles.*

On a cru long-temps que l'*acide muriatique* n'avoit aucune action sur les huiles; M. Achard soupçonne que cette erreur vient de ce qu'on n'a pas employé cet acide assez concentré.

Ce Chymiste a observé que les huiles essentielles & les huiles empyreumatiques se dissolvoient en entier dans l'*acide muriatique*, pourvu qu'il fût assez concentré, en assez grande quantité, & aidé de la chaleur. (*Journ. phys. tom. XVII, pag. 113.*)

Ayant fait bouillir l'*acide muriatique* fumant avec l'*huile essentielle d'anis*, elle devint noire & épaisse, & ne se congela plus par le réfroidissement; l'*acide muriatique* avoit pris une couleur de dissolution d'or; il étoit encore fumant, mais son odeur approchoit de celle de l'acide vitriolique phlogistiqué. L'addition de l'alkali y occasionna un précipité blanc abondant, qui n'étoit que l'huile essentielle d'anis précédemment tenue en dissolution, & qui redisparoissoit si on ajoutoit de l'alkali au-delà du point de saturation de l'acide, & en suffisante quantité pour mettre l'huile en état de savon. Cet acide a pris une couleur brune avec l'*huile de gayac*, une couleur rouge avec l'*huile de cire*. Ces huiles sont elles-mêmes devenues plus colorées & plus épaisses, & ont été de même précipitées par l'alkali. L'*huile d'amandes douces* tenue en digestion pendant quelques jours dans l'*acide muriatique* fumant, a seulement pris un peu plus de consistance & perdu de sa transparence.

Nous avons déja observé (*Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE.) que M. Cornette s'étoit appliqué, dans le même temps que M. Achard, à déterminer l'action des acides sur les huiles; il résulte du travail de cet académicien, que si l'*acide muriatique* paroît avoir moins d'action sur ces substances que l'acide vitriolique, c'est qu'il est toujours moins concentré, mais qu'il les attaqueroit plus puissamment s'il pouvoit contenir autant de matière saline sous le même volume. L'attention qu'il a eue de tenir note de la chaleur produite, de classer les huiles, de se servir d'*acide muriatique* concentré à différens degrés, & d'examiner les propriétés des produits, rend ses expériences très-intéressantes.

Il employa d'abord de l'*acide muriatique* fumant rectifié sur le sel commun, dont la pesanteur spécifique étoit 1,169. Voici les résultats de ses observations.

Cet acide agit assez vivement sur l'*huile essentielle de thérébentine*; il la colora sur-le-champ en jaune, elle devint presque noire par l'agitation; il s'excita une chaleur capable de faire monter le thermomètre de six à douze degrés. Ayant fait bouillir le mélange, la couleur de l'huile se fonça davantage, l'acide, au contraire, perdit de sa couleur. Après le refroidissement, l'huile se trouva plus épaisse, l'acide étoit seulement un peu jaune, il avoit l'odeur de l'huile, & en tenoit quelques gouttes en dissolution; mais il ne devint pas laiteux en se mêlant avec l'eau. L'alkali en sépara l'huile en globules. (*Mém. de l'acad. roy. des scienc. ann. 1780, pag. 160.*)

L'*huile de lavande* se comporta à-peu-près de même, excepté qu'il y eut moins de chaleur à l'instant du mélange, & que l'acide prit, par la simple digestion, une couleur rouge plus foncée.

Deux onces de cette huile ayant été traitées à la distillation dans une cornue de verre avec pareille quantité du même acide, il passa d'abord un peu d'acide légérement coloré, ensuite une portion d'huile jaune-orangé; l'huile trouvée dans le récipient avoit perdu l'odeur de lavande, & en avoit pris une qui se rapprochoit beaucoup de celle du karabé ou succin, & on auroit pris l'acide lui-même pour de l'acide karabique ou esprit volatil de succin.

L'*huile de lin*, choisie pour exemple dans la classe des huiles siccatives, fut noircie très-promptement, mais non réduite à l'état savonneux; l'esprit de vin rectifié s'empara, par la seule agitation, de toute la partie colorante de cette huile, qui, après avoir rendu quelque temps la liqueur laiteuse, se rassembla au fond du matras, ayant perdu toute sa couleur. La même huile soumise plusieurs fois à ce procédé est devenue entiérement soluble dans l'esprit de vin, ce qui fait croire à M. Cornette que dans ces cohobations elle a été successivement réduite à l'état résineux.

L'*huile d'olive*, parmi les huiles grasses, se mêle avec l'acide sans chaleur: tenue long-temps en digestion sur le sable chaud, elle se noircit, elle devient en partie soluble dans l'esprit de vin rectifié, mais au bout de quelque temps une portion de l'huile dissoute se précipite & ne peut se dissoudre de nouveau.

M. Cornette a répété ces expériences avec l'*acide muriatique* séparé du muriate mercuriel corrosif par l'étain ou esprit de sel fumant, à la manière de Libavius (*Voyez* MURIATE D'ETAIN); les phénomènes ont été un peu différens.

L'huile de thérébentine agitée avec le double de son poids de cette liqueur fumante de Libavius occasionna une ébullition si considérable, que tout sortit de la fiole. Le mêlange de quatre gros de cette liqueur & de deux gros d'*huile de thérébentine* dans une grande capsule, occasionna une effervescence considérable, accompagnée de vapeurs très-épaisses, mais qui ne s'enflammèrent point, même par l'addition d'une nouvelle portion de liqueur acide. Les vapeurs ayant effleuré le sable sur lequel posoit la capsule, il fut teint en cet endroit d'un beau rouge pourpre. Il resta dans la capsule une matière noire, cassante, qui n'avoit point de liant, qui se liquefia à une douce chaleur, & fournit alors beaucoup de vapeurs acides, qui n'étoit que très-foiblement soluble dans l'eau, & qui ne forma point de savon. Il en fut de même de l'*huile de lavande*.

L'*huile de lin* ne fut pas attaquée aussi vivement, il y eut moins de chaleur & d'ébullition, cependant l'huile s'épaissit & prit une couleur d'un brun foncé; quelque temps après elle se trouva convertie en une masse solide très-volumineuse, dont les parties avoient entre elles un peu d'adhérence, & qui se laissoit briser facilement; mise dans l'eau, elle se couvrit d'abord d'une poudre blanche, & en moins de huit jours toute la masse fut précipitée en petits grumeaux d'un blanc sale. La liqueur étoit laiteuse & tenoit un peu d'huile en dissolution à la faveur de l'acide.

M. Cornette a observé que toutes les huiles essentielles & siccatives soumises à l'action de cette liqueur acide acquéroient de la consistance, se délayoient dans l'eau & s'y précipitoient en floccons blancs; qu'en cet état elles étoient solubles dans l'esprit de vin, & qu'elles exigeoient pour leur liquéfaction une bien plus grande chaleur qu'auparavant.

Pendant le mêlange de l'*huile d'olive*, il n'y eut ni chaleur ni mouvement apparent, pas même de vapeurs sensibles; cependant l'huile se colora sur-le-champ; elle prit insensiblement la couleur du baume de Canada; elle fut alors soluble dans l'esprit de vin; digérée dans l'eau, elle se convertit, comme les autres, en poudre blanche susceptible de se liquéfier au feu; l'eau dans laquelle elle avoit été délayée se trouva un peu laiteuse. M. Cornette essaya d'enflammer cette huile par l'acide nitreux, de même que les huiles grasses attaquées par l'acide vitriolique; mais il n'y eut qu'un léger bouillonnement qui laissa l'huile décolorée; il présume que l'expérience réussiroit en opérant sur de plus grandes quantités.

Ces observations de M. Cornette ne permettent plus de douter que l'*acide muriatique* n'ait une action sur les substances huileuses; car quoique la liqueur fumante de Libavius tienne toujours une certaine portion d'étain, & qu'ainsi l'on ne puisse la regarder comme de l'*acide muriatique* pur, cependant les effets de cette liqueur & de l'*acide muriatique* fumant ordinaire se correspondent assez pour faire penser que le peu de sel métallique qui existe dans la première n'y contribue pour rien, & que toute la différence vient effectivement de la plus grande concentration.

Il n'est pas aisé d'expliquer la manière d'agir de cet acide; comme il ne paroit éprouver lui-même aucun changement, il est très-vraisemblable qu'il ne perd ni ne prend de phlogistique; mais on ne peut pas dire non plus qu'il dissout ces huiles, en leur laissant toutes leurs parties constituantes, de la même manière que les acides acéteux & tartareux dissolvent les huiles empyreumatiques, puisqu'elles restent altérées après leur séparation, qu'elles ne peuvent plus reprendre la même fluidité, & que l'huile grasse devient en partie soluble dans l'esprit de vin. La chaleur qui se dégage pendant les mêlanges annonce, à la vérité, qu'il y a perte réelle d'une portion de calorifique; cette perte se fait sans doute par celui des deux corps qui éprouve un changement sensible: la difficulté avec laquelle ces huiles altérées se liquéfient, même à l'aide du feu, est un nouvel indice de cette perte; & les quantités respectives de chaleur spécifique des huiles essentielles, siccatives & grasses s'accordent assez bien avec les phénomènes qui viennent d'être dó-

[illegible] puisqu'elles sont : : 472 : 528 : 710, & que [illegible] à peu-près la même gradation dans le[illegible] dispositions à passer à l'état résineux.

Mais j'avoue qu'il reste toujours une difficulté; c'est de savoir pourquoi cette altération subsiste après la séparation de l'acide. Il ne suffit pas de dire que cet état résulte d'une modification particulière, la Chymie exacte ne reçoit plus de telles explications, qui, si elles ne sont tout-à-fait vuides de sens, supposent au moins, contre toute vraisemblance, que les affinités peuvent changer, les matières restant les mêmes. Il faut donc que l'huile ait acquis ou perdu, dans ces opérations, quelque autre substance, dont la présence ou la privation l'empêche actuellement d'exercer l'affinité qu'elle avoit précédemment pour prendre & pour retenir la même dose de calorifique. Seroit-ce une portion de l'*acide muriatique* lui-même qui lui seroit unie comme l'alkali dans le savon? Si cela étoit, il semble que l'on devroit aussi restituer à l'huile sa première fluidité, en lui enlevant cet acide par les alkalis: or, nous avons vu que l'huile de thérébentine traitée seulement avec l'*acide muriatique* fumant, ordinaire, & séparée par l'alkali, étoit déja plus épaisse, quoique surnageant encore la liqueur en forme de globules.

C'est ce qui me porte à penser que l'acide agit plutôt par son principe acidifiant; qu'il ne fait que procurer instantanément, à la faveur de la dissolution, le même effet que le temps produit sur les huiles qui s'approchent en vieillissant de l'état résineux; que c'est à l'action bien connue de ce principe acidifiant sur le phlogistique que sont dues les vapeurs qui s'élèvent dans le mélange, & la décoloration qui succède à cette effervescence; enfin que si l'*acide muriatique* ne paroît pas avoir subi aucun changement, cela vient de la facilité avec laquelle sa base acidifiable reprend dans l'air ambiant le principe acidifiant qui s'en est séparé au moment de sa combinaison avec l'huile. Au reste, je ne donne pas cette théorie comme démontrée, je la propose comme probable, & parce qu'elle peut servir à diriger des expériences utiles à la solution de ce problême.

L'effet que produit l'*acide muriatique* sur les substances végétales tient nécessairement à la même cause.

§. *De l'action de cet acide sur les miasmes putrides.*

La propriété que nous avons annoncée de l'*acide muriatique*, de prendre la forme gaseuse aussitôt qu'on le dégage de ses combinaisons, & sans perdre son caractère acide, sans que son energie soit seulement diminuée, rend son usage precieux pour désinfecter une masse d'air chargée de vapeurs putrides.

Au mois de mars 1773, l'église cathédrale de Dijon se trouva infectée par des exhumations, au point que l'on fut obligé de transférer les offices dans une autre église; on avoit déja fait une consommation très-considérable, à différentes reprises, d'aromates, de vinaigre, de nitre, pour essayer de détruire l'odeur cadavéreuse, & toujours sans succès, lorsque le chapitre me fit demander si je ne connoissois pas de moyen plus efficace. Je fis réflexion que l'odeur putride ne pouvoit être composée que de l'alkali volatil qui se dégage en abondance dans la putréfaction, & de l'huile animale acre dont il étoit souillé, & qui affectoit particuliérement l'organe de l'odorat. Cette huile étant par elle-même assez pesante, je considérai l'alkali volatil comme un oiseau dont les ailes trempées dans la liqueur ichoreuse élevoient jusqu'à nous cette matière fixe, & qu'il n'étoit question que d'arrêter son vol pour rendre l'huile fétide à son inertie. L'acide vitriolique, dégagé ou plutôt formé par la combustion du souffre, auroit rempli, à un certain point, cet objet; mais il s'élève peu, il retombe dès qu'il a perdu sa chaleur, dès qu'il a saisi la vapeur humide dont il s'empare avec beaucoup d'avidité, & il falloit porter l'agent neutralisant dans toutes les parties d'un très-vaste vaisseau, je proposai l'*acide muriatique*.

Je préparai un bain de cendres dans une chaudière de fer, sur un grand réchaut; je plaçai sur ce bain une grande cloche de verre en forme de capsule; je mis dans cette capsule six livres de sel commun, plutôt un peu humide que desséché; je versai sur le sel deux livres d'acide vitriolique, concentré au degré du commerce, & je me retirai promptement. A peine étois-je à quatre pas, la colonne de vapeurs touchoit la voûte; deux heures apres elles se faisoient sentir à travers le trou de la serrure de la porte la plus éloignée. Les portes ayant été tenues fermées pendant environ douze heures, on les ouvrit toutes pour établir des courans d'air & balayer ainsi celui qui pouvoit être encore chargé d'acide; mais il n'y avoit plus aucune trace d'odeur putride. (*Journ. phys. tom. I, pag. 436.*)

L'année suivante on fit une seconde épreuve du même procédé dans les prisons de la même ville, & qui eut un succès encore plus marqué. Trente-un prisonniers étoient morts en moins de trois mois de la maladie pestilentielle appellée fièvre de prisons: on avoit inutilement essayé de détruire l'odeur cadavéreuse par le feu, en brûlant de la paille sous la voûte des cachots, elle étoit insupportable; douze heures après l'opération, on pouvoit y coucher sans danger & même sans répugnance; de ce moment l'épidémie cessa entiérement. (*Journ. phys. tom. III, pag. 73.*) L'estimable auteur de cette collection a été induit en erreur, lorsqu'il a dit que ce procédé servoit à *purifier l'air méphitique*, ou plutôt il n'a employé cette expression que dans le sens trop vague qu'on a voulu lui donner pendant quelque temps pour indiquer tout air nuisible. Je ne fais cette observation que parce qu'on a publié en effet quelques ouvrages sur le méphi-

tisme dont les auteurs ne paroiſſoient pas ſentir que les miaſmes alkaleſcens n'ont aucun rapport avec la vraie mofette ou gas acide méphitique, & que les premiers principes ne permettoient pas d'eſpérer que l'on pût combattre avec ſuccès un acide par un acide.

Les ſavans qui ſe ſont occupés des moyens de purifier les lieux infectés à la ſuite des épidémies & des épizooties, & qui tous ont recommandé ce procédé, en ont mieux ſaiſi la théorie, & l'ont rendue à ſa vraie deſtination. La mention qu'en ont fait en dernier lieu MM. les Commiſſaires de l'académie royale des ſciences de Paris, dans leur rapport ſur les priſons, m'eſt trop honorable pour la paſſer ſous ſilence, & c'eſt mettre un nouveau prix à un conſeil ſalutaire que d'y ajouter des témoignages capables de décider à le ſuivre ; je ne puis donc mieux terminer cet article, qu'en rapportant leurs expreſſions.

« Une autre précaution, que nous croyons devoir recommander, & qui contribuera plus qu'aucune autre à la ſalubrité des priſons, eſt de les déſinfecter une fois par an par la méthode employée avec ſuccès par M. de Morveau ; elle conſiſte à dégager dans les lieux qu'on ſe propoſe de purifier une grande quantité d'acide marin dans l'état de vapeur. . . . . . ». *Après la deſcription du procédé, MM. les Commiſſaires ajoutent :* « L'acide vitriolique, par ſon action ſur le ſel marin, en dégage l'acide, & ce dernier s'élève ſous la forme de vapeurs blanches qui ſe répandent dans toute la chambre, & en neutraliſent les miaſmes putrides : lorſque ces vapeurs ſont paſſées, on ouvre la chambre, on la laiſſe deux ou trois jours ſans être habitée, afin que la légère odeur de ſel marin qui pourroit y reſter ſe diſſipe entiérement ; après quoi elle eſt parfaitement ſaine & peut être habitée ſans danger ». (*Mém. de l'académ. roy. des ſcienc. ann. 1780, pag. 421.*)

ACIDE MURIATIQUE DÉPHLOGISTIQUÉ. La connoiſſance de cet acide & de ſes propriétés n'eſt pas la moins importante des nombreuſes découvertes que la Chymie moderne doit à M. Schéele. Ce n'eſt pas en travaillant ſur l'*acide muriatique* lui-même qu'il commença à ſoupçonner la poſſibilité de le décompoſer, il l'appliquoit alors, comme inſtrument, à l'examen de la manganèſe ; mais un génie exercé à interroger la nature embraſſe de la même attention tous les effets qui réſultent de ſes opérations ; un changement de couleur devient, pour le philoſophe de Kœping, un trait de lumière qui le met ſur la voie de reconnoître & de démontrer un nouvel ordre d'affinités de l'un des plus anciens diſſolvans.

M. Schéele ayant mis dans un matras une once d'acide muriatique ordinaire, & une demie once de mine noire de manganèſe pulvériſée, après une heure de digeſtion à froid, la liqueur prit une couleur brune obſcure, pareille à celle qu'il avoit obſervée dans toutes les diſſolutions de la manganèſe *par les acides non phlogiſtiqués.* Mais ayant fait chauffer le mélange dans un vaiſſeau ouvert, il y eut efferveſcence, il répandit une odeur d'eau régale, la liqueur devint blanche en moins d'un quart-d'heure, & fournit une diſſolution ſans couleur, dont la manganèſe fut précipitée en blanc par l'alkali ; ce qu'il n'avoit encore obtenu qu'*avec les acides phlogiſtiqués*, ou en portant des matières phlogiſtiques dans la diſſolution. (*Mém. de l'acad. roy. de Stockholm, ann. 1774, pag. 94.*)

Pour découvrir plus ſûrement ce qui ſe paſſoit dans cette opération, ce célèbre Chymiſte mit un pareil mélange d'acide muriatique & de manganèſe dans une cornue, au bec de laquelle il lia une veſſie abſolument purgée d'air, & la fit chauffer au bain de ſable ; il y eut de même efferveſcence, qui ne ceſſa que quand la diſſolution fut ſaturée ; la veſſie ſe trouva remplie d'un gas acide qui l'avoit colorée en jaune, comme ſi c'eût été de l'eau forte, qui n'avoit aucun des caractères de l'acide méphitique, mais une odeur très-marquée d'eau régale chaude.

Ce n'étoit point la chaleur qui avoit fourni le phlogiſtique à la manganèſe, M. Schéele s'en étoit aſſuré, puiſqu'il avoit de même obtenu une diſſolution limpide, ſans le ſecours de la chaleur, & par une ſimple digeſtion froide de quelques heures à l'air libre : il jugea donc que la chaux noire de manganèſe n'avoit pu prendre qu'à l'acide lui-même le phlogiſtique néceſſaire à ſa diſſolution parfaite, & que le gas de la veſſie étoit la portion d'acide qui avoit ſouffert cette décompoſition. En eſſayant le premier jugement par tous les moyens que lui ſuggéroient ſes vaſtes connoiſſances, il eſt parvenu à raſſembler tous les faits néceſſaires pour completter cette belle théorie ; je m'en ſervirai pour faire connoître les propriétés & les affinités de ce nouvel acide, lorſque j'aurai indiqué la manière de l'obtenir.

On décompoſe l'acide muriatique en le mêlant ſimplement avec l'acide nitreux, parce que ce dernier lui prend ſon phlogiſtique, en vertu d'une plus grande affinité, & il en réſulte un véritable *acide muriatique déphlogiſtiqué* ; mais il reſte uni à une portion d'acide nitreux qui peut influer ſur les réſultats de ſes combinaiſons, & ce diſſolvant compoſé étant connu ſous le nom d'eau régale ou ACIDE RÉGALIN, c'eſt ſous ce mot qu'il faut chercher ce qui regarde ſa préparation & ſes diſſolutions.

La mine de manganèſe en chaux noire eſt le meilleur intermède de cette décompoſition pour recueillir l'acide ſeul.

On met dans une cornue de verre une partie de cette mine réduite en poudre ſubtile, & deux parties d'acide muriatique ordinaire ; on place cette cornue au bain de ſable, de manière que la liqueur qui s'élève dans le col retombe ſans ceſſe dans le fond de ce vaiſſeau ; on adapte au bec de cette

cornue, au lieu de ballon, un petit flacon dans lequel on a mis d'avance à-peu-près deux gros d'eau distillée, & que l'on lutte simplement avec une bande de papier gris.

Au bout d'un quart-d'heure on s'apperçoit que l'air du flacon devient jaune ; il faut l'enlever pour en mettre un autre; si la bande de papier a bien tenu, à l'instant qu'on la lève, la vapeur s'échappe avec violence; on bouche promptement le flacon, & on garnit de même d'une bande de papier, à la jointure, celui qu'on substitue à sa place, & dans lequel on a mis la même quantité d'eau que dans le premier. On continue de cette maniere jusqu'à la fin de l'opération, c'est-à dire jusqu'à ce qu'il cesse de passer des vapeurs jaunes, ou jusqu'à ce qu'on ait rempli successivement tous les flacons que l'on a préparés.

L'eau que l'on met dans ces vaisseaux sert à favoriser la condensation des vapeurs. On se sert de flacons, en place de récipient, pour avoir la facilité de boucher ces vaisseaux dès qu'on les détache de la cornue, & parce qu'on perdroit les trois quarts du produit en transvasant. On prend plusieurs petits flacons, au lieu d'un grand, pour n'avoir pas à distiller cet acide chaque fois que l'on en veut faire usage; car comme il s'altère en reprenant du phlogistique, dès qu'il est mis en contact avec l'air, ce qui resteroit dans un flacon qui auroit été débouché plusieurs fois ne pourroit plus servir comme acide déphlogistiqué. M. Schéele se sert de flacons qui tiennent environ douze onces d'eau.

On recommande de ne lutter qu'avec du papier, parce que le contact des luts huileux auroit bientôt restitué à l'acide la portion de phlogistique dont on l'a privé, & par la même raison on doit éviter de boucher les vaisseaux qui la contiennent avec des matières qui soient en état de lui en fournir, sur-tout lorsqu'on veut le garder.

Stahl avoit annoncé que le phlogistique étoit une des parties constituantes de l'acide nitreux, & jusqu'à présent il n'y en a d'autre preuve, si ce n'est qu'il s'en empare avec beaucoup d'avidité ; &, comme le dit M. Bergman, de qui j'emprunte cette réflexion, le prétendu axiome qu'une substance a d'autant plus d'affinité avec un principe qu'il en entre déja plus dans sa composition, est très-souvent démenti par les faits. Personne au contraire n'avoit soupçonné l'existence du principe inflammable dans l'acide muriatique, & la voilà aujourd'hui bien démontrée par les expériences de M. Schéele.

L'*acide muriatique déphlogistiqué* donne une vapeur qui est légérement rousseatre, lorsqu'on en observe une masse un peu considérable. Son odeur approche beaucoup de celle de l'eau régale chaude.

Il s'unit difficilement à l'eau, & la rend à peine acide, lorsqu'il ne fait que la traverser en état de vapeur.

Lorsqu'on le met en contact avec l'eau, dans un vaisseau bouché, pendant douze heures, elle en absorbe les quatre cinquièmes, & ce qui reste est de l'air commun. C'est ainsi que l'on peut se procurer l'*acide muriatique déphlogistiqué* sous forme de *fluide aqueux* ; mais quoique cette liqueur soit réellement chargée d'une portion de vapeur élastique, la plus grande partie de l'acide qu'elle contient n'est que de l'acide muriatique ordinaire ; il faut donc, pour jouir de toutes ses propriétés, l'employer *en état de gas*. Il conserve bien sa puissance dissolvante après avoir traversé l'eau, mais elle est plus efficace quand il n'a pas été lavé.

De là, on pourroit soupçonner que l'*acide muriatique déphlogistiqué* n'est réellement que l'acide muriatique ordinaire en état de gas ; mais M. Bergman en fait très-bien sentir la différence : le premier n'est absorbé que lentement par l'eau ; il ne devient pas inflammable en dépouillant peu à peu le phosphore, il l'attaque sur le champ, le résout en vapeurs blanches, & se régénère en acide muriatique ordinaire ; il ne fond pas la glace, il ne liquefie pas le camphre ; il n'a point de prise sur le nitre, non plus que sur l'alun.

La vapeur qui s'élève dans le commencement du mêlange d'acide muriatique & de manganèse, lorsque la liqueur bouillonne doucement, & qu'on sent une odeur distincte d'eau régale, contient environ $\frac{1}{16}$ d'air commun ; mais sur la fin de l'opération elle en contient à peine $\frac{1}{8}$.

L'*acide muriatique déphlogistiqué* attire puissamment le phlogistique, & de là vient, comme nous le verrons dans un instant, la faculté qui lui est propre en cet état d'attaquer les métaux parfaits qui retiennent le plus opiniâtrement ce principe. Cependant il ne décompose pas le soufre, & M. Bergman a observé que l'air nuisible ou phlogistiqué n'étoit pas sensiblement diminué par le gas nitreux, après avoir été mêlé avec cet acide ; ce qui annonce une affinité plus forte de la part de l'air, supposé que ce soit une simple composition phlogistique.

Lorsque M. Schéele a voulu essayer la force dissolvante de cet acide, il l'a pris en état élastique, il en a rempli des cylindres de verre, & il les a bouchés avec du liége, auquel il a suspendu les matières qu'il croyoit devoir soumettre à son action. Voici les résultats de ses observations.

Le liége a été jauni comme par l'eau forte.

Le papier teint par l'infusion de tournesol est devenu presque blanc.

Les fleurs bleues & jaunes ont aussi perdu en très-peu de temps leur couleur ; il en a été de même des plantes vertes ; & après cela l'eau qui étoit dans les cylindres de verre a été changée en un acide muriatique ordinaire foible. La couleur des fleurs & des plantes n'a pu être rétablie ni par les alkalis, ni par les acides.

Il fait sur le vitriol de Mars le même effet que l'air vital ; il lui donne une couleur rouge & le

rend déliquescent ; ce qu'il ne peut de même opérer que par l'action qu'il exerce sur le phlogistique que le fer retient dans ce sel, & qui est nécessaire à la saturation de l'acide vitriolique par la chaux martiale, puisqu'il ne produit aucun changement sur les combinaisons analogues, où ce principe est plus adhérent, tels que les vitriols de zinc & de cuivre.

L'*acide muriatique déphlogistiqué* dissout les terres & les alkalis, & il faut bien qu'en s'unissant à ces bases, il recouvre d'une ou d'autre manière le phlogistique qu'il avoit perdu, puisqu'il n'a pas encore été possible de découvrir la plus légère différence des sels qui résultent de sa saturation avec ceux que forme l'acide muriatique ordinaire. Avec la soude il régénère du sel commun qui décrépite sur les charbons, & ne donne aucun signe de détonnation.

Si on met quelques gouttes d'alkali volatil, préparé par la chaux, sur les parois intérieures du cylindre de verre rempli de cet acide déphlogistiqué, il se forme un nuage blanc par la rencontre des deux vapeurs, tout de même que quand on place sous une même cloche de verre de l'ammoniac & de l'acide muriatique ordinaire ; mais il y a de plus ici un phénomène bien important : on voit des bulles d'air qui s'échappent des gouttes d'ammoniac caustique, & cet air est un gas particulier, absolument semblable à celui que donne l'ammoniac traité avec la chaux noire de manganèse, c'est-à-dire un gas dégagé ou produit lors de la décomposition de l'ammoniac par une substance capable de lui enlever son phlogistique en vertu d'une affinité plus puissante. (*Voyez* ALKALI VOLATIL & GAS AMMONIACAL DÉPHLOGISTIQUÉ.) On ne doit donc pas être surpris que dans ce cas notre acide régénère un vrai sel ammoniac ordinaire avec une partie de l'alkali volatil, puisque la décomposition de l'autre partie de cet alkali lui a restitué le principe dont il avoit été privé.

L'*acide muriatique déphlogistiqué* attaque directement tous les métaux, ce qui, pour le dire en passant, fournit une preuve bien complette de la vérité du principe que nous avons établi sur la dissolution des métaux par les acides (*Voyez* ACIDE); qu'ils ne pouvoient entrer dans ces combinaisons salines qu'ils n'eussent été privés d'abord d'une portion de phlogistique, soit par l'acide lui-même, s'il a avec ce principe une assez grande affinité, soit par une autre opération préalable.

Cet acide dissout l'*or*; ce fait important a été démontré il y a trois ans par M. Maret, dans une séance du cours de l'académie de Dijon : cet académicien n'employa pas même pour cela l'acide en état élastique : il distilla de l'acide muriatique très-pur sur la chaux noire de manganèse; il fit adapter un récipient au fond duquel il y avoit un peu d'eau; trois cornets d'or de départ furent placés tout simplement dans ce récipient, & il y eut dissolution suffisante pour donner avec l'étain un précipité très-sensible de pourpre minéral. M. Schéele a annoncé que l'or précipité de cette dissolution par l'alkali volatil étoit fulminant.

Cette propriété de dissoudre l'or en état de métal étant une fois reconnue pour le caractère le plus frappant, le moins équivoque de la nature particulière de cet acide, on s'en sert utilement pour découvrir quelles sont les substances capables de lui enlever son phlogistique, & déterminer les circonstances nécessaires pour opérer cette décomposition. C'est ainsi qu'on est parvenu à expliquer clairement la manière d'agir de l'eau régale sur l'or, en considérant dans cette liqueur l'acide muriatique comme étant actuellement déphlogistiqué par l'acide nitreux. C'est ainsi que M. Schéele a observé que lorsqu'on faisoit digérer l'acide muriatique ordinaire dans un vaisseau où l'on avoit mis en même temps des feuilles d'or & de la manganèse noire pulvérisée, la liqueur tenoit de l'or en dissolution ; que l'acide muriatique que l'on fait bouillir sur le minium acquiert la même propriété que celui qui a bouilli sur la manganèse, puisqu'il dissout l'or.

On trouve dans les nouvelles découvertes en Chymie de M. Crell (*part. 2, pag. 41*), une observation de M. Storr, qui paroît autoriser ce savant à indiquer un nouveau moyen de déphlogistiquer l'acide muriatique. M. Storr ayant traité à la sublimation des feuilles d'or avec du sel ammoniac, a trouvé au col du vaisseau une matière améthiste tirant au pourpre ; cette matière s'est dissoute dans l'eau, & lui a communiqué une couleur rougeâtre quoiqu'affoiblie ; la dissolution a laissé sur le filtre une poussière pourpre ; mais la liqueur filtrée a encore déposé insensiblement un précipité de même couleur, & à la fin elle a perdu toute sa nuance améthiste, & est devenue jaunâtre.

On est forcé de reconnoître, avec M. Storr, qu'il y a réellement ici déphlogistication & même dissolution de l'or : mais cela vient-il, comme il le soupçonne, de ce que l'alkali volatil s'approprie une partie du phlogistique de l'acide, & le met ainsi en état de le reprendre à l'or ? Je ne vois rien qui appuie cette conjecture. L'observation que ce savant rappelle à ce sujet, que l'argent en feuilles traité à la sublimation avec le sel ammoniac prend une couleur dorée, est plus contraire que favorable à son hypothèse, puisqu'il en résulte que l'alkali volatil, ou si l'on veut, le muriate ammoniacal, peut céder une portion de phlogistique, & non pas que l'alkali volatil peut s'approprier celui d'un autre corps.

Je regarde donc ici la dissolution de l'or comme l'effet de l'action du sel neutre lui-même, à la faveur de la chaleur & de l'état de vapeur de ce sel : la précipitation spontanée de la chaux métallique ne permet pas de croire qu'elle soit tenue en dissolution de la même manière que dans une eau régale faite avec l'acide nitreux & le sel ammoniac; mais ce phénomène n'est pas moins important pour nous mettre sur la voie d'observer l'action des sels

neutres. *Voyez* DISSOLVANT, MURIATE AMMONIACAL & SEL NEUTRE.

Il paroît que la chaux d'or fulminante peut déphlogistiquer l'acide muriatique, puisqu'il y a presque toujours une portion de cette chaux qui se réduit par l'évaporation de la dissolution ; & ce qui sert à appuyer cette conjecture, c'est que l'or fulminant est dissous, sans être décomposé, par l'acide muriatique ordinaire ; puisqu'en le précipitant par l'alkali fixe, il se trouve encore fulminant. Mais j'aurai bientôt occasion de parler de la réduction de la chaux de mercure pendant sa digestion dans le même acide, & les motifs qui m'empêchent d'en conclure la décomposition de cet acide, avant qu'elle soit décidée par des expériences exactes, s'appliquent à plus forte raison au phénomène dont il s'agit.

La *platine* pure & séparée de tout fer est attaquée, suivant M. Bergman, par l'*acide muriatique déphlogistiqué*, lors même qu'elle est en régule malléable.

Dans une suite d'expériences sur la platine, publiées dans le recueil de l'académie royale des sciences de Paris pour 1779, M. Tillet a recueilli plusieurs observations, soit sur l'action qu'elle éprouve de la part de cet acide, soit sur les conditions qui paroissent déterminer les propriétés de ce dissolvant ; l'exactitude bien connue de ce savant académicien leur donne trop de poids pour que je n'en fasse pas état dans cet article, quelles qu'en soient les conséquences pour la théorie que j'ai cru devoir adopter.

Suivant M. Tillet, la platine qui, dans son alliage avec l'or & l'argent, & par conséquent en état de métal, se laisse attaquer par l'acide nitreux seul, résiste plus que l'or à l'*acide muriatique déphlogistiqué* par sa distillation sur la manganèse, *puisque l'acide ainsi préparé attaque l'or pur très-sensiblement, le corrode à sa surface, lui enlève par conséquent tout son brillant métallique, lui fait perdre un douzième, & dans certaines circonstances jusqu'à un sixième de son poids, tandis qu'une lame de platine*, ductile au point de passer par le laminoir, *conserve son état métallique, reste presque intacte au milieu de ce même acide déphlogistiqué en ébullition*, & ne perd (dans une proportion assez constamment la même) que $\frac{1}{1000}$ de son poids.

Le même académicien ayant reconnu, comme je l'ai annoncé d'après les Chymistes suédois, que la partie d'acide qui passe à la distillation & qu'on recueille dans le récipient est toujours très-foible, il a cherché à l'obtenir dans un plus haut degré de concentration ; pour y parvenir il a essayé de dégager par l'acide vitriolique celui qui restoit dans la cornue uni à la manganèse, alors la liqueur du récipient étoit plus concentrée, & son action sur ces métaux lui parut plus efficace. Cependant elle se trouvoit mêlée d'acide vitriolique ; & comme sa puissance dissolvante éprouvoit quelques variations, il soupçonna que la présence de ce dernier acide étoit nécessaire, mais dans de certaines proportions que l'on ne pouvoit déterminer exactement dans la distillation : il prit donc le parti d'ajouter à l'acide muriatique simplement distillé sur la manganèse une portion d'acide vitriolique concentré ; il fit divers essais pour doser cette portion, il éprouva que l'acide vitriolique mêlé à partie égale, en volume, avec l'acide muriatique arrêtoit la dissolution ; qu'un tiers du premier ne la permettoit encore que jusqu'à un certain point, & que la proportion la plus convenable étoit d'un *sixième* d'acide vitriolique concentré sur *cinq sixièmes d'acide muriatique déphlogistiqué*.

M. Tillet s'assura d'abord par plusieurs expériences *que ce mélange enlevoit à l'or fin, réduit en lames minces, plus de la moitié de son poids, qu'il pouvoit le dissoudre en total, si on exposoit de nouveau la portion d'or qui restoit à l'action du même dissolvant* ; il avoit vu d'ailleurs que l'acide muriatique dégagé de la manganèse n'avoit attaqué l'or qu'à la faveur de l'acide vitriolique qui étoit monté avec lui ; il avoit éprouvé enfin *que la portion* d'acide muriatique déphlogistiqué *qui passoit dans le ballon sans l'intermède de l'acide vitriolique n'avoit presque point d'action sur l'or* ; il conclut de la réunion de ces faits que l'énergie de l'*acide muriatique déphlogistiqué* étoit due à son mélange avec un peu d'acide vitriolique, au moyen duquel il acquéroit la propriété de l'eau régale.

Telles sont les observations & les idées de ce célèbre académicien ; il ne s'est pas dissimulé qu'elles s'écartoient beaucoup de ce qui avoit été établi par M. Schéele sur la nature & les propriétés de ce dissolvant ; il paroît désirer que l'on travaille à éclaircir les difficultés que présente cette matière ; ce sera donc entrer dans ses vues que de proposer ici quelques réflexions qui peuvent ramener à l'uniformité des principes des résultats en apparence si contraires.

1°. La platine laminée n'est pas absolument indissoluble dans l'*acide muriatique déphlogistiqué*, puisqu'elle y perd constamment une certaine quantité de son poids, quoique très-foible : or il n'y auroit que l'indissolubilité absolue qui pourroit être regardée ici comme un phénomène, comme un fait hors de l'ordre. La quantité d'eau régale, & les cohobations répétées qu'exige la dissolution de la platine crue, ou en grains, nous avoient déja convaincus que ce métal singulier résistoit plus que l'or à ce dissolvant ; il est possible encore que l'écrouissement produit par le laminoir ajoute à cette résistance, qu'il y ajoute dans une proportion qui excède de beaucoup celle que l'or acquiert dans les mêmes circonstances ; l'anomalie peut s'expliquer encore par la supposition très-vraisemblable que la dissolution de la platine exige plus de chaleur que celle de l'or, & que l'*acide muriatique déphlogistiqué*, qui n'est retenu que par le véhicule aqueux, soutient difficilement ce degré ; ne pourroit-on pas dire enfin que M. Tillet n'a pas mis la platine laminée

minée dans les circonstances les plus favorables pour juger de toute la puissance du dissolvant, puisqu'il ne l'a pas employé dans l'état gaseux, où il jouit, comme je l'ai dit, de sa plus grande énergie; puisqu'il n'a pas essayé de mettre la platine en contact avec la manganèse même, dans la cornue; puisque, comme le remarque l'illustre Bergman, l'eau des récipiens n'est le plus souvent rendue acide que par celui qui passe avant que d'avoir été décomposé par la manganèse, & qu'elle ne tient qu'une infiniment petite portion de gas acide déphlogistiqué? Au reste ces expériences n'en ont pas moins une utilité réelle pour completter le système des propriétés particulières de la platine; on n'auroit pas soupçonné que ce métal, *même précipité de la dissolution par l'acide nitreux & réduit à un état pulvérulent*, eût résisté à un dissolvant quelconque capable de dissoudre *des lames d'or fin.*

2°. M. Wenzel a bien essayé d'augmenter la force d'un dissolvant acide, en le combinant avec un autre, & principalement avec l'acide vitriolique (*Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE MIXTE); mais M. Tillet ne nous laisse pas dans le doute sur le point de savoir si la force dissolvante est réellement produite ici par l'action combinée des deux acides vitriolique & muriatique, comme on expliquoit anciennement l'énergie de l'eau régale, ou même par l'action que l'un des acides exerce sur l'autre, comme celle de l'acide nitreux sur l'acide muriatique.

Il a tenté de faire attaquer l'or fin par un mélange d'un *sixième* d'acide vitriolique concentré, & de *cinq sixièmes* d'acide muriatique dans son état ordinaire, pourvu de son phlogistique, & tiré du même flacon duquel étoit sorti celui qu'il avoit distillé sur la manganèse; *l'or n'a pas souffert le moindre déchet.* L'expérience a été répétée avec un acide muriatique fumant très-concentré, & qui, au moment de son mélange avec un sixième d'acide vitriolique, est entré dans une si grande effervescence, qu'une portion de la liqueur a jailli avec impétuosité hors du vase: *il n'est résulté aucun indice sensible de dissolution.*

On pourroit croire que ce défaut de puissance du mélange venoit de ce que l'acide vitriolique y étoit en trop petite quantité; mais on seroit bien dans l'erreur, puisque M. Tillet assure au contraire qu'on ne court aucun risque de n'employer de ce dernier, qu'un neuvième en volume, ou même un douzième, & que *la dissolution a lieu constamment*, quand on fait entrer dans ce mélange l'*acide muriatique déplogistiqué parfaitement.*

A propos de cette *déplogistication parfaite*, l'auteur ajoute quelques remarques qui, en même temps qu'elles préparent la résolution de la question, peuvent servir à éclairer la pratique des manipulations pour préparer, & pour opérer avec ce dissolvant. Il faut que l'acide muriatique que l'on veut déphlogistiquer soit très-pur & dépouillé de toute substance capable de passer avec lui à la distillation, & par sa nature, de rendre inutile l'effet que produit sur lui la manganèse; sans quoi l'acide que l'on obtient n'a guères plus d'action sur l'or que s'il eût été employé dans son état ordinaire, & avant que d'avoir reçu cette préparation. L'acide muriatique qui, après cette distillation, a une odeur vive & piquante, qui prend ensuite une légère teinte de couleur brune, n'a pas acquis, ou n'a que très-foiblement la propriété de dissoudre l'or. On est plus certain qu'il a acquis cette propriété lorsqu'il sort de cette opération, *blanc comme de l'eau distillée*, & exhalant une *odeur douce assez agréable.*

Il faut donc déja tenir pour certain que l'acide vitriolique ne dispose pas l'*acide muriatique* à attaquer l'or, que le mélange de ces deux acides est par lui-même inefficace; en un mot que l'action de la manganèse sur l'*acide muriatique* est absolument nécessaire. Que manque-t-il présentement pour completter les preuves de la théorie que j'ai exposée au commencement de cet article? rien autre sans doute que la dissolution d'une portion d'or quelconque par l'*acide muriatique* traité seul avec la manganèse, & sans l'intervention de l'acide vitriolique. Mais M. Tillet ne nie pas précisement ce fait, puisqu'il se borne à dire que l'acide ainsi préparé n'a *presque point* d'action sur l'or; & si on fait attention qu'il n'a pas employé cet acide dans les circonstances les plus favorables, pour juger de son énergie; qu'il n'a ni mêlé l'or à la manganèse, ni présenté ce métal à l'acide en état de gas; qu'il l'a pris sous forme aqueuse, où il est toujours foible; qu'il lui a appliqué la chaleur à laquelle il se dissipe si facilement; en un mot que cet acide n'avoit peut-être pas été distillé pour chaque opération, & avoit pu être en contact plusieurs fois avec l'air ambiant, ce qui suffit pour lui restituer du phlogistique; on ne sera plus surpris qu'il n'ait pas obtenu une dissolution aussi marquée que celle qui a été observée par MM. Schéele & Bergman, que celle que j'ai vu moi-même au laboratoire de l'académie de Dijon, où les cornets d'or de départ furent placés dans le récipient pendant la distillation de l'acide sur la manganèse. Le principal objet des recherches de M. Tillet étant d'approprier ce nouveau dissolvant à l'art des essais, il a dû sans doute le prendre dans l'état qui lui promettoit une manipulation plus commode, une comparaison plus facile; mais de ce qu'il ne se prête pas à remplir ces conditions, on n'en doit rien conclure contre une théorie établie sur la concordance de tant de phénomènes, & que l'on regardera peut-être, après cette discussion, comme une des vérités les mieux démontrées que nous offre la Chymie moderne.

Il reste cependant encore à savoir comment dans toutes les expériences de M. Tillet l'acide vitriolique a du moins sensiblement influé sur les résultats, & augmenté réellement les quantités de matière dissoute, les autres circonstances restans

les mêmes. Je ne ferois point éloigné de penser que l'acide vitriolique peut produire ces effets, soit en s'appropriant l'eau trop abondante, soit en changeant par le simple mêlange le système d'équipondérance du fluide, soit en mettant l'acide muriatique, par son union avec lui, en état de résister un peu plus à la volatilisation par la chaleur de l'ébullition, soit à la faveur d'une double affinité ; mais on peut le considérer encore comme agissant d'une autre manière. L'*acide muriatique déphlogistiqué*, simplement condensé dans le fluide aqueux, ne peut-être exposé un instant au contact de l'air qu'il ne se dissipe avec lui, ou qu'il ne lui dérobe assez de phlogistique pour se régénérer en acide muriatique ordinaire ; & voilà pourquoi M. Schéele recommande de le tenir dans de petits flacons que l'on n'ouvre que pour employer sur le champ ce qu'ils contiennent : or il est possible que l'acide vitriolique le défende plus efficacement que l'eau de ce contact de l'air. Au reste, quelque soit la cause de ce phénomène, il offre à la Chymie un moyen de plus pour manier ce dissolvant puissant, & l'objet de M. Tillet se trouve rempli.

L'*argent*, ou plutôt la chaux de ce métal, a, comme je l'ai dit, une très-grande affinité avec l'acide muriatique; mais lorsqu'ils sont tous les deux saturés de phlogistique, ils n'exercent aucune action l'un sur l'autre, & il n'y a pas de dissolution; elle s'opère très-facilement, même à froid, dès que l'un ou l'autre ont perdu une portion de ce principe ; ainsi l'*acide muriatique déphlogistiqué* attaque l'argent en état de métal complet. M. Schéele a observé que lorsqu'on faisoit digérer à froid de l'argent précipité de sa dissolution nitreuse par le cuivre (c'est-à dire en état de métal), dans un mêlange d'acide muriatique ordinaire, & d'acide arsénical, on trouvoit au bout de quelques jours du muriate d'argent. Comme l'acide arsénical seul n'attaque pas plus l'argent que l'acide muriatique ordinaire, on pourroit être tenté de croire que l'acide muriatique est d'abord privé de son phlogistique par l'acide arsénical, d'autant plus que si on traite à la distillation la liqueur, il s'élève une chaux blanche arsénicale régénérée ; mais nous verrons bientôt que l'acide muriatique prend le phlogistique qui lui manque à l'acide arsenical, au lieu de le lui céder. Le célèbre Chymiste suédois donne de ce phénomène une explication bien plus satisfaisante, fondée sur le jeu des doubles affinités : les deux actions simultanées de l'acide arsénical sur le phlogistique de l'argent, & de l'acide muriatique sur la terre métallique, par elles-mêmes séparément impuissantes, forment une somme d'attraction supérieure à celle qui unit la chaux d'argent au phlogistique, & ce métal est décomposé.

Non-seulement l'*acide muriatique déphlogistiqué* attaque le *mercure coulant*; mais il prend sa terre au soufre & décompose le *cinabre*; ce que ni l'acide vitriolique, ni l'acide nitreux ne peuvent faire. Au lieu d'appliquer l'acide déphlogistiqué en état de gas, M. Bergman conseille de faire bouillir simplement l'acide muriatique ordinaire sur le cinabre, en y ajoutant un dixième de son poids de chaux noire de manganèse. La même décomposition ayant lieu dans l'eau régale, on a ici une nouvelle preuve bien sensible de l'identité d'effet que produisent sur l'acide muriatique ces deux préparations si différentes.

La même théorie se trouve confirmée par l'action de notre acide sur une autre combinaison mercurielle : il ne cause (dit M. Schéele) aucune altération au muriate mercuriel corrosif, parce qu'il ne peut lui reprendre du phlogistique : mais si on traite avec lui, à la distillation, le muriate mercuriel doux, celui-ci se sublime en état de muriate mercuriel corrosif, parce que notre acide le dépouille de la portion de phlogistique, qui neutralisoit son principe caustique ; & en effet on ne trouve dans le récipient, que de l'acide muriatique ordinaire.

La chaux de mercure se révivifie pendant la digestion de l'acide muriatique ordinaire, & il semble d'abord que cela s'explique tout naturellement par la déphlogistication de l'acide ; mais, comme le remarque l'illustre Bergman, il est bien difficile de croire que la réduction s'opère de cette manière, lorsqu'on voit d'autre part que l'acide qui a été auparavant déphlogistiqué par la manganèse, reprend lui-même le phlogistique au mercure coulant. Cependant plus ces faits paroissent inconciliables, plus il devient intéressant de vérifier si réellement l'acide est déphlogistiqué après la réduction du mercure, pour chercher ensuite la vraie cause de cette anomalie apparente. Si l'acide ne sort pas déphlogistiqué de cette opération, il n'y a plus d'embarras pour l'ordre des affinités; mais on aura acquis la preuve d'un autre phénomène aussi important, je veux dire, la révivification de la chaux de mercure par la chaleur de la simple digestion dans un fluide ; car il feroit impossible d'indiquer une autre cause.

J'ai pensé que pour développer ces principes encore peu connus, il convenoit d'insister principalement sur les dissolutions des *métaux parfaits*, qui ne se laissent point attaquer par l'acide muriatique ordinaire ; je passerai plus rapidement sur les dissolutions des *métaux imparfaits* & *demi métaux*, par cet acide déphlogistiqué ; ou pour mieux dire, je ne ferai qu'indiquer les phénomènes particuliers que présentent ces combinaisons.

Nous avons vu que les muriates terreux ou alkalins qui résultent de l'union de notre acide avec ces bases, ne différoient pas des seuls neutres formés avec les mêmes bases & l'acide muriatique ordinaire ; on sera encore moins étonné de cette ressemblance absolue par rapport aux muriates métalliques formés de l'un ou de l'autre acide ; puisque ces bases, même en état de chaux, retiennent

toujours une portion de phlogistique, & qu'il est ainsi bien plus facile de concevoir comment l'*acide muriatique déphlogistiqué* a recouvré ce principe, pour se régénérer en acide muriatique ordinaire.

La chaux jaune de *plomb* se dissout bien dans l'*acide muriatique déphlogistiqué*, ainsi que dans les acides non-phlogistiqués, tels que l'acide nitreux pur & l'acide vitriolique, mais la chaux rouge ou *minium* ne s'y dissout qu'en partie; il reste une poudre noire insoluble dans les acides non-phlogistiqués, à moins qu'on n'y ajoute un peu de sucre. Cette poudre noire est donc dans le même état de déphlogistication que la chaux noire de manganèse, elle se dissout dans l'acide muriatique ordinaire, lui donne l'odeur d'eau régale, en un mot le met en état d'*acide muriatique déphlogistiqué*.

M. Schéele ayant exposé, suivant sa méthode, de la limaille de *fer* à l'action de l'*acide muriatique déphlogistiqué*, elle a été dissoute; il a fait évaporer la dissolution à siccité, & a traité le résidu, à la distillation, avec l'acide vitriolique, pour essayer d'en dégager l'*acide muriatique déphlogistiqué*; mais la liqueur qui a passé dans le récipient n'étoit que de l'acide muriatique ordinaire, qui n'a eu aucune action sur l'or.

L'*acide muriatique déphlogistiqué* n'attaque pas seulement l'*arsénic* en état de régule, ou même en état de chaux, pour se combiner avec elle; il la décompose réellement, en lui prenant son phlogistique, & lui laissant en échange une portion d'air vital principe acidifiant; d'où il résulte un nouvel acide fixe, qui a pour base acidifiée la terre propre de l'arsénic. Cette découverte ouvre à la Chymie une nouvelle route pour pénétrer dans la connoissance plus intime des métaux. *Voyez* ACIDE METALLIQUE & ACIDE ARSENICAL.

L'acide muriatique qui reste uni à la *manganèse* forme un muriate de manganèse, qui, d'après ce que nous avons dit précédemment, ne doit pas différer de la même combinaison faite avec l'acide phlogistiqué ou avec la chaux blanche de ce demi-métal; cependant comme il n'y a ici que la dose de phlogistique nécessaire à la dissolution, que cette portion est fournie à la base aux dépends de l'acide, & que cette base l'attire plus fortement, il paroît qu'en dégageant l'acide muriatique de cette combinaison par l'acide vitriolique pur, on doit obtenir de l'*acide muriatique déphlogistiqué*; tout de même que M. Schéele a observé que l'acide vitriolique dégageoit de l'acide nitreux simple, non coloré, d'un nitre de manganèse préparé avec de l'acide nitreux phlogistiqué. Mais je me garderai bien de conclure la vérité du fait, d'après cette seule analogie, parce que l'affinité plus puissante de l'acide muriatique sur le phlogistique qu'il a perdu, peut apporter une grande différence dans les résultats; de sorte qu'il peut arriver que l'acide vitriolique reste presque sans action sur le sel déja formé, ou du moins qu'il ne dissolve de la chaux de manganèse que ce qu'il en auroit pris seul, faute de pouvoir s'approprier le phlogistique de l'acide muriatique, & ne trouvant pas ailleurs cet intermède nécessaire d'union.

Les expériences de M. Tillet semblent faites pour confirmer cette conjecture; non-seulement parce qu'il n'a obtenu, par l'addition de l'acide vitriolique dans la cornue, qu'une liqueur qui avoit peu d'action sur l'or; mais, ce qui est encore plus décisif, parce qu'il a trouvé dans le produit de l'acide vitriolique. Comme il est bien certain que cet acide n'a pu s'élever qu'à la faveur d'un peu de phlogistique, il n'est pas étonnant que l'acide muriatique qui a passé avec lui ait été aussi phlogistiqué, puisqu'il est en état de reprendre ce principe à l'acide vitriolique, à moins que ce dernier ne soit privé de tout air vital, comme dans le soufre.

M. Kirwan dit, à la vérité, que si l'on dissout de la manganèse dans l'acide muriatique ordinaire qui est phlogistiqué, & qu'ensuite on l'en dégage par l'acide vitriolique, on le trouvera déphlogistiqué (*Journ. physique, tom. XXV, pag. 23.*) Mais ce célèbre physicien n'en parle pas comme d'une observation qu'il ait lui-même vérifiée; il ne s'en occupe que pour établir une parité d'après une analogie, qui est en effet possible & même probable, mais qui jusqu'à l'événement doit demeurer dans les termes d'une simple probabilité.

Il importe donc de vérifier ce fait par des expériences exactes; mais pour cela il faut préparer d'abord du *muriate de manganèse très-pur*, séparé de toute chaux non dissoute, & le traiter à la distillation avec l'acide vitriolique concentré *à une chaleur très-douce*. Sans ces deux conditions le résultat pourroit encore être équivoque; car on sait 1°. que la chaux noire de manganèse fournit elle-même aux acides une portion de phlogistique qui les met en état d'en dissoudre une partie; 2°. que par le moyen d'une chaleur violente l'acide vitriolique dissout toute une quantité donnée de chaux noire de manganèse; ce qui ne peut arriver, que parce qu'elle reçoit du phlogistique de la matière même de la chaleur.

M. Wiegleb, en rapportant les expériences du célèbre Schéele, dans son manuel de Chymie, §. 832, paroît disposé à croire que l'acide muriatique distillé sur la manganèse est plutôt phlogistiqué que déphlogistiqué; pour écarter ce doute, je ne rappellerai pas tous les faits qui démontrent la déphlogistication par analyse & par synthèse, je n'ajouterai qu'une seule observation qui me paroît décisive; si pendant la distillation de l'acide sur la chaux noire de manganèse, on jette dans la cornue du sucre, du miel, de la gomme, ou autre matière capable de fournir du phlogistique, on n'obtient plus d'acide déphlogistiqué. Réciproquement, le sucre que l'on emploie, par exemple, pour favoriser la dissolution de la chaux noire de manganèse par un acide non phlogistiqué, ne passe plus à l'état charbonneux après cette opération: il y a donc laissé son phlogistique.

La table des affinités de M. Bergman indique, pour l'*acide muriatique déphlogistiqué*, les bases dans le même ordre que pour l'acide muriatique ordinaire ou phlogistiqué (*Voyez ci-devant*, *pag.* 130), & cela, tant pour les terres & les alkalis, que pour les métaux; il présume, avec raison, que ces derniers doivent s'unir d'autant plus facilement, qu'ils retiennent plus foiblement leur phlogistique; mais il ne dissimule pas que cet ordre ne peut être bien décidé que par des expériences appropriées.

La volatilité de cet acide ne permet pas de déterminer son action par la voie sèche.

Cet acide paroît agir sur les huiles d'une manière plus marquée, & sur-tout plus prompte que l'acide muriatique phlogistiqué, puisque sans le secours de la chaleur, & en état aériforme, il les épaissit sur le champ, suivant les expériences de M. Schéele, & leur donne en peu de temps la consistance de la térébentine; il en est de même des graisses animales.

J'ai déja annoncé la facilité avec laquelle il détruisoit toutes les couleurs végétales.

M. Hageman a observé qu'il dissolvoit très-facilement le soufre; les circonstances de cette expérience sont intéressantes; voici comme on l'a trouve décrite dans le recueil de M. Crell: ayant mis dans un vaisseau de verre de la capacité de deux onces d'eau de l'acide muriatique ordinaire & de la manganèse calcinée, il dirigea les vapeurs dans un autre vase de huit onces de capacité, par le moyen d'un siphon de verre courbe; il avoit mis d'avance, dans ce vaisseau, ½ gros de soufre pulvérisé. Le soufre devint bientôt fluide, & forma à la fin une dissolution claire, d'un brun rouge, pesant juste un gros: mais le soufre n'étoit réellement que dissous & non décomposé; puisqu'il fut sur le champ & complettement précipité par l'addition de l'eau.

Cet acide décompose instantanément le phosphore, en dégage une fumée blanche, &, s'emparant de son phlogistique, se régénère en acide muriatique ordinaire aériforme.

Je ne dois point terminer cet article sans faire mention du travail de M. Fred. André Gallish, & des vues d'expériences que nous a laissées ce médecin, dont la mort prématurée a été regardée en Allemagne comme une vraie perte pour la Chymie. (*Nouvelles découvertes*, *&c. recueillies par M. Crell*, *tom. X*, *pag.* 262 & 269.)

M. Gallish a éprouvé que l'eau ne se chargeoit jamais que d'une très-petite quantité de cet acide, même par l'agitation.

Il pensoit que l'on pourroit peut-être parvenir à le concentrer en liqueur par le froid.

Il a observé que l'acide distillé sur la manganèse emportoit avec lui un peu de cette terre métallique qu'il laissoit précipiter par l'addition de l'alkali.

Il a essayé la distillation de l'acide muriatique sur les fleurs de zinc, & il a obtenu un acide déphlogistiqué qui a dissous l'or, la platine, l'argent, le mercure & le plomb, comme celui qui a été distillé sur la manganèse.

Il a rempli des flacons d'*acide muriatique déphlogistiqué*, suivant la méthode de M. Schéele, & en ayant fait sortir l'eau avec précaution, l'a remplacée par de l'esprit de vin très-rectifié; les flacons ont été rebouchés sur le champ, & après avoir été fortement agités, ils ont donné, à l'ouverture, d'abord une odeur d'alcohol muriatique ou esprit de sel dulcifié, & ensuite une odeur fraiche approchant de celle de l'éther muriatique. Il se proposoit d'essayer si l'on ne pourroit pas préparer en effet cet éther, en distillant l'esprit de vin tenu long-temps en contact avec le gas muriatique déphlogistiqué.

Ce Chymiste concluoit encore de ses expériences que l'acide muriatique ordinaire, bien rectifié sur le sel commun, exempt de toute terre martiale, attaquoit l'or, la platine, l'argent & le mercure, à la faveur d'une digestion de quelques jours: mais ces faits sont si contraires à ce qui a été observé par les autres Chymistes, qu'il n'est pas possible de douter que M. Gallish a été trompé à cet égard par quelque circonstance.

ACIDE MURIATIQUE PHLOGISTIQUE & DÉPHLOGISTIQUE. (*Pharmacie.*) La différence que la présence du phlogistique, ou son absence met dans les propriétés de cet acide doit engager à le considérer en médecine, divisé en deux espèces différentes, en *acide muriatique phlogistiqué*, & *acide muriatique déphlogistiqué*.

Tous deux sont neutralisans & correctifs édulcorans des substances alkalines & alkalescentes; tous deux, à raison de leur énergie attractive, sont capables d'irriter les fibres, d'exciter leur jeu, de forcer leurs élémens à un contact plus immédiat, & même d'opérer leur décomposition par la supériorité de leur affinité avec quelques-unes des parties constituantes des fibres; tous deux, par leur action sur les molécules humorales, les modifient nécessairement, en coagulant les unes, en dissolvant les autres; tous deux enfin peuvent être roborans, astringens & vulnérans, escarrotiques, minutifs, atténuans, raréfians, condensans, édulcorans, inférans & anti-septiques.

Mais le plus ou moins d'avidité du phlogistique relative, à la proportion de ce principe combiné avec eux, apporte une grande différence dans l'action qu'ils exercent l'un & l'autre sur les solides & sur les fluides de nos corps.

Le phlogistiqué est moins irritant, moins astringent, moins vulnérant, moins dissolvant, moins condensant, moins anti-septique, moins rafraichissant que le déphlogistiqué, parce que celui-ci, en s'emparant du principe qui lui manque, & dont nos humeurs & nos fibres sont pourvues, modifie ou décompose plus efficacement celles-ci, atténue ou condense plus énergiquement les espèces des

autres, que la privation du phlogiſtique rend diſſoutes ou concretes.

Dès lors on voit que s'il eſt des indications que les deux eſpèces d'*acide muriatique* peuvent remplir, il en eſt auxquels on ſatisfera beaucoup mieux par l'une que par l'autre; qu'ainſi l'on doit exiger que les pharmaciens aient dans leurs boutiques de l'*acide muriatique* phlogiſtiqué & du déphlogiſtiqué, & que tous deux aient été également rectifiés ſur du muriate de ſoude ou ſel commun, afin que le mélange de cet acide, avec le vitriolique ou le nitreux, ne donne pas lieu à des effets différens de ceux que le médecin attend de ſon uſage; mais il faut auſſi que le pharmacien renouvelle ſouvent ſa proviſion d'*acide muriatique déphlogiſtiqué*, parce que cet acide, par la ſeule communication avec l'air, ſe phlogiſtique en peu de temps.

On emploie rarement l'*acide muriatique* ſeul; & plus ſouvent en combinaiſon avec l'alcohol ou l'eſprit de vin, ſous le nom d'eſprit de ſel dulcifié de Bazile Valentin, & dont il ſera fait mention à l'article ALCOHOL MURIATIQUE.

L'*acide muriatique* non combiné ſe donne intérieurement comme anti-ſeptique dans les fievres putrides malignes, comme neutraliſant des humeurs alkaleſcentes, & rafraichiſſant dans les fièvres ardentes & bilieuſes, comme un roborant reſſerrant apéritif, & un diurétique rafraichiſſant dans les cachexies & dans la dyſurie. Boerhaave, qui faiſoit beaucoup de cas de la vertu anti-ſeptique de l'*acide muriatique*, conſeille de le joindre aux lavemens de bouillons à la viande, lorſque des vomiſſemens continuels forcent à recourir à ce moyen pour nourrir les malades. Il penſoit que par cette addition ces bouillons paſſeroient moins facilement à l'état putride vers lequel ils ont beaucoup de tendance, & que la chaleur des entrailles favoriſoit.

Mais, d'après les réflexions que nous avons faites ci-deſſus, on ſent que les différens degrés de relâchement des ſolides, d'épaiſſiſſement, de phlogiſtication des fluides, doivent faire preſcrire, tantôt l'*acide muriatique phlogiſtiqué*, tantôt le *déphlogiſtiqué*, & que l'uſage de ce remède doit être dirigé par un médecin éclairé par l'expérience ſur les ſignes de ces états de nos fibres & de nos humeurs.

On peut donner cet acide, dans des potions appropriées, à la doze de deux à quatre gouttes du déphlogiſtiqué, de trois à ſix du phlogiſtiqué; & celui-ci juſqu'à agréable accidité dans des tiſannes; mais comme il ſeroit à craindre d'en outrer les doſes; il faudra ne porter les tiſannes qu'à une accidité très-légère.

Le prieur de Cabrières étoit parvenu à mettre en vogue, dans les dernières années de la vie de Louis XIV, un remède contre les hernies, qui fut fort en crédit pendant la vie de ce monarque. Le roi lui-même, auquel cet empyrique en avoit confié le ſecret, avec promeſſe de ne le révéler qu'après ſa mort, prenoit la peine de le compoſer: mais dès que la préparation en eut été rendue publique, il fut apprécié à ſa juſte valeur & abandonné.

L'auteur de ce ſecret avoit trouvé le véritable moyen d'accéditer ſon remède: il ordonnoit à ſes malades de porter jour & nuit ſur l'endroit, par où ſortoit l'inteſtin, un bandage bien ſerré, & il faiſoit placer ſous la pelotte de ce bandage un emplâtre aſtringent. C'étoit-là le véritable remède; il devoit néceſſairement opérer le plus ſouvent la guériſon, & celui que vendoit ce charlatan n'étoit qu'illuſoire.

Il conſiſtoit en trois ou quatre gouttes d'*acide muriatique* mêlées à deux ou trois cuillerées de vin rouge, & données tous les matins à jeun pendant vingt-un jours: on augmentoit ſucceſſivement la doſe & ſuivant la force, ou l'état des malades, & on la portoit quelquefois juſqu'à vingt & vingt-cinq, avec augmentation proportionnelle du véhicule. Tout homme inſtruit voit le peu de rapport qu'il y a entre la vertu du remède, & l'effet qu'on en promettoit.

On débite à Paris, ſous le nom d'eau de Belloſte, un autre remède qui mérite encore moins de confiance, & dont le charlataniſme & l'ignorance ont pu ſeuls propoſer & accréditer l'uſage. Nous en parlerons à l'article EAU DE BELLOSTE.

L'*acide muriatique* eſt employé à l'extérieur comme déterſif; tantôt mélangé à la doſe de demi gros dans une once de miel roſat, tantôt juſqu'à agréable accidité dans des gargariſmes déterſifs. On trempe dans le premier de ces mélanges des pinceaux de linge effilé, dont on touche les ulcères gangreneux de la gorge & de la bouche; quelquefois on porte dans cette mixture la doſe de l'*acide muriatique* à un gros & plus; quelquefois même on ſe ſert, pour déterger ces ulcéres de cet acide pur & ſans mélange.

Les gargariſmes, où entre cet acide, ſont employés dans les maux de gorge gangréneux, & contre l'altération putride des gencives dans le ſcorbut: mais comme cet acide peut attaquer l'émail des dents, il faut avoir ſoin de ſe laver la bouche avec de l'eau tiède après s'en être ſervi.

On fait encore uſage de cet acide, comme anti-ſeptique, & vulnérant eſcarrotique, dans les cas de gangrène humide; on en touche les eſcaries, pour achever la deſtruction des lames oſſeuſes altérées par la carie, & en favoriſer l'exfoliation.

Dans toutes les circonſtances où l'on emploie à l'extérieur l'*acide muriatique*, il faut toujours préférer le déphlogiſtiqué au phlogiſtiqué.

ACIDE NITREUX. Lorſque la vérité a enfin remplacé l'erreur dans l'opinion générale, la ſcience qui enſeigne cette vérité dédaigne l'analyſe qui y a conduit; elle préſente avec confiance des principes que l'on n'oſe pas contredire, & les preuves

ne viennent que dans l'ordre des conſéquences. Ainſi, quand la Chymie aura achevé la révolution qu'elle a ſi heureuſement commencée, que ſa lumière aura pénétré avec le temps juſque dans ces laboratoires, où l'on ne connoit encore que les formules des anciens, la marche de celui qui voudra expliquer la nature, & développer les propriétés de l'*acide nitreux* ſera moins timide & moins incertaine.

Il fixera d'abord l'attention ſur le principe le plus ſimple, quoique déja d'un ordre de compoſition très-avancé ; c'eſt la baſe acidifiable, ou pour mieux dire le principe *radical* de l'*acide nitreux*, & il le ſuivra dans toutes ſes ſurcompoſitions.

Il conſidérera ſucceſſivement ſes combinaiſons les plus eſſentielles, & en formera le tableau ſuivant :

LE *radical nitreux* UNI	au phlogiſtique	FORME *le gaz nitreux.*
	à { l'air vital. l'eau. }	*l'acide nitreux.*
	à { l'air vital. l'eau. le phlogiſtique }	*l'acide nitreux phlogiſtiqué.*
	à { l'air vital. l'eau. la potaſſe }	*le nitre.*
	à { l'air vital. l'eau. la potaſſe. le phlogiſtique. }	*le nitre phlogiſtiqué.*

Et de cette ſimple expoſition naîtra l'explication de tous les phénomènes que préſente ce principe modifié par ſes diverſes compoſitions.

Mais cette ſynthèſe pourroit être priſe par quelques-uns pour un de ces romans phyſiques, qui dans ce ſiecle philoſophe ne peuvent ſervir qu'à amuſer ceux pour qui croire eſt autant que ſavoir, & qui apportent plus de foi que de jugement à l'école de celui qu'ils ont pris pour guide. Laiſſons donc au lecteur la liberté de revenir de lui-même à ce tableau, après qu'il aura ſaiſi la liaiſon des faits qui en forment la baſe, & reprenons la méthode analytique.

§. I. *Du temps où cet acide a été connu.*

L'*acide nitreux*, que l'on nomme auſſi *eau forte*, *eſprit de nitre*, a été placé parmi les acides minéraux, après l'acide vitriolique ; c'eſt à-dire le ſecond dans l'ordre de puiſſance : on le tire du *nitre* ou *ſalpêtre*.

On n'a pas toujours été d'accord ſur la queſtion de ſavoir ſi le nitre a été connu des anciens : pluſieurs ont ſoutenu que le *nitrum* de *Pline* étoit le même ſel que notre ſalpêtre ; mais M. Michaeli a fait voir que ce n'étoit qu'un alkali minéral plus ou moins groſſier, & en effet il ſuffit de jetter un coup-d'œil ſur la deſcription qu'en fait ce naturaliſte pour juger qu'elle ne peut convenir au nitre des modernes, il n'en faut pas d'autre preuve que les deux paſſages ſuivans : *Uritur in teſtâ opertum ne exſultet, alias igni non exſilit nitrum .... ſal nitrum ſulphuri concoctum in lapidem vertitur* (*Pline*, *liv. 21.*) Ce qui a pu fonder la premiere opinion, c'eſt que Pline parle auſſi d'un nitre travaillé, qui venoit des nitrières d'Egypte : *Nitrariæ Egypti circa naucratim & Memphim*, & qu'il eſt très-certain que le nitre ſe trouve en pluſieurs endroits de l'Egypte, *tant dans les lieux ſecs où le Nil n'arrive pas*, (dit M. Gailland, *journ. des ſavans*, 1685, pag. 177.) *que dans ceux où il arrive par ſes inondations ;* de ſorte que non-ſeulement il ne ſeroit pas étonnant que le ſel tranſporté des nitrières d'Egypte eût été du vrai nitre, comme celui dont on fait aujourd'hui la poudre à canon ; mais même que l'on doit être ſurpris que ce ſel, qui ſe formoit alors comme aujourd'hui, qui blanchiſſoit la terre par ſon efloreſcence, à la faveur des ſécheréſſes continues de ce climat, ne ſe ſoit pas fait diſtinguer par quelques-unes de ſes propriétés caractériſtiques. Cependant comme Pline ajoute en parlant du ſel même de ces nitrières : *Faciunt ex his vaſa, nec non frequenter liquatum cum ſulphure coquentes in carbonibus*, tout ce que l'on peut juger de ce récit, c'eſt qu'il n'a pas connu le vrai nitre, & qu'il n'a parlé de ces ſels venant de l'Egypte que d'après des rapports auſſi peu exacts que ceux que nos livres de Chymie ont long-temps copié ſur le borax venant des Indes.

Ce qu'en dit *Agricola* n'eſt pas plus clair ; il copie les paſſages de Pline dans ſon livre de la nature des foſſiles ; dans ſon traité des métaux, il trace d'imagination les nitrières du Nil à-peu-près comme nos marais ſalans, *tales eſſe conjicio ;* & en parlant des ſels employés pour la vitrification, il le met ſur le même rang que le ſel blanc foſſile tranſparent & le ſel des cendres ; ce qui ſemble indiquer plutôt le *natron* que le ſalpêtre. On ne peut voir ſans étonnement la confuſion de ces ſels dans un auteur qui écrivoit au commencement du ſeizième ſiècle, puiſqu'on aſſure que Bartholde *Schwartz* avoit enſeigné aux Vénitiens, en 1380, la compoſition de la poudre à canon ; puiſque dans les regiſtres de la chambre des comptes de Paris en 1338, il eſt fait mention de ſommes paſſées dans le compte de Barthelemy *Drach*, tréſorier des guerres pour les *poudres néceſſaires aux canons* (Ducange, au mot *bombarde*), & même que dès l'an 1621 *Roger Bacon* avoit écrit que l'on pouvoit imiter le tonnerre par un mêlange de nitre, de ſoufre & de charbon. C'eſt ainſi qu'avant l'invention de l'imprimerie, il falloit des ſiècles pour répandre la connoiſſance des faits les plus propres à produire ſur les ſens une impreſſion ineffaçable.

On fait honneur à *Baſyle Valentin* de la première diſtillation de l'*acide nitreux*, auquel cependant il ne donna que le nom d'*eau du nitre*, quoiqu'il l'eût retiré, en mettant dans la cornue un

mêlange de ce sel, avec trois parties de terre à potier. Cependant *Raymond Lulle* avoit fait, long-temps auparavant, cette opération. *Glauber* est le premier qui ait employé l'acide vitriolique pour obtenir cet acide plus concentré.

Toutes les fois que la Chymie est parvenue à recueillir séparément un des principes de quelque composé, on n'a pas manqué de dire que c'étoit un produit de l'art; *Schelhamer* soutenoit encore en 1709 (*de nitro cùm veterum tùm nostro commentatio*) que l'*acide nitreux* n'existoit pas dans le nitre, que l'analyse chymique par laquelle on le retiroit de ce sel, le produisoit par l'action de la violence du feu. Plusieurs disent la même chose aujourd'hui des acides saccharin, sebacé, &c., & quand on n'osera plus le dire de ceux-ci, parce que l'identité du principe préexistant aura enfin été rendue trop palpable par la variété des procédés appliqués pour le rendre libre, on tiendra le même langage à propos de quelque découverte plus récente. Il semble que ceux qui ne peuvent suivre les autres dans la carrière, jettent des doutes pour rallentir leur marche; s'il est quelquefois raisonnable de douter, le doute n'est aussi le plus souvent qu'une manière de paroître savant, qui concilie les intérêts de l'amour-propre & ceux de la paresse.

Après avoir jetté un coup d'œil sur l'histoire de la découverte de l'*acide nitreux*, je passe à l'exposition des procédés que l'on emploie aujourd'hui pour l'obtenir.

Le nitre se trouvant abondamment dans le commerce, ce sel est la matière première de l'opération; mais il convient d'indiquer ici la manière dont on le prépare pour mettre sur la voie de juger de son origine & de sa qualité.

§. II. *Des lieux où se trouve le nitre.*

Le nitre que l'on tire encore aujourd'hui des Indes en si grande quantité, se trouve probablement rassemblé par la nature en plus grande masse, & exige moins d'art & de travail que celui qu'on fabrique en Europe. Schelhamer assure qu'en 1706 la flotte de la compagnie des Indes en apporta, en Hollande, 2175870 livres. Si on en croit quelques voyageurs, les Indiens n'emploient jamais de cendres dans leur fabrication; ce qui annonce un nitre tout formé à base alkaline, pareil à celui que nous trouvons aussi, mais moins abondamment, sous la forme d'une efflorescence crystalline, & que l'on nomme *nitre de houssage*. On l'apperçoit à la surface des terres en friches comme du givre ou une neige légère. Les naturels du pays détrempent ces terres dans des fosses où ils attirent l'eau; quand ils la jugent assez chargée, ils la transportent dans une autre fosse où ils la laissent se concentrer; ils la font ensuite bouillir dans des chaudières, & la mettent dans des pots de terre où se forment les crystaux.

Il n'y a pas long-temps que M. Dombey a observé, sur les côtes de la mer pacifique près de Lima, sur les terres qui servent de pâturage, & qui ne produisent que des graminées, *une grande quantité de salpêtre que l'on auroit pu ramasser avec la pelle.* Ce naturaliste remarque à ce sujet qu'il ne pleut jamais à Lima. (*Journ. phys. tom. XV, p. 212*).

M. Talbot Dillon rapporte dans son voyage d'Espagne que le tiers de toutes les terres, & dans les provinces méridionales, toute la poussière des chemins contiennent du salpêtre tout formé; que pour l'obtenir, les habitans labourent la terre près des villages, deux ou trois fois pendant l'hyver & dans le printemps; qu'au mois d'août ils la mettent en tas de vingt ou trente pieds de haut, qu'ils en remplissent ensuite une rangée de vaisseaux de forme conique & percés au fond, dont ils couvrent l'ouverture avec de l'herbe, afin que l'eau qu'ils y versent filtre plus lentement; qu'ils font évaporer ces lessives dans des chaudières, & les placent dans des baquets pour la crystallisation, après qu'ils en ont séparé environ $\frac{40}{100}$ de sel commun précipité pendant l'ébullition; quelquefois ils couvrent leurs vases coniques d'un peu de cendres, mais le plus souvent ils n'en emploient point; ce qui fait dire à ce voyageur, ainsi qu'à M. Bowles, que l'Espagne seule pourroit fournir le salpêtre à l'univers sans le secours d'aucun alkali.

Le nitre une fois formé, étant en état de résister à la décomposition tout aussi bien que le sel commun, il semble qu'il devroit s'en trouver plus fréquemment, & même assez abondamment, dans les eaux qui ont lavé & traversé des terres salpêtrées; la vérité est cependant que jusqu'à présent ce sel ne s'y est rencontré qu'en très-petite quantité. M. Scopoli, dans ses notes sur le dictionnaire de M. Macquer, (article *nitre*) cite une fontaine, située au pied de la montagne sur laquelle est bâti le château de Bude en Hongrie, qui jette par heure cent livres de nitre tout formé. Quand ce fait, qui n'est encore connu que par l'analyse que l'on a publié de ces eaux, seroit parfaitement vérifié; ce phénomène unique ne suffiroit pas pour démentir l'observation générale.

Le nitre que l'on fabrique en France, se tire des terres que l'on cherche dans les lieux couverts un peu humides, voisins de l'habitation des hommes & des animaux, où l'on juge que le nitre a pu se former, & sur-tout qu'il n'a pu être redissous & entraîné par les eaux. Quand il est un peu abondant, il s'annonce toujours par une légère efflorescence. On reconnoit aussi les terres salpêtrées à la saveur salée fraiche qu'elles font sur la langue.

Les masses calcaires poreuses & peu compactes se chargent volontiers de ce sel; M. le duc de la Rochefoucault l'a trouvé dans les montagnes de craie de la Rocheguyon entre Mantes & Vernon, mais seulement dans les cavités ou à la surface;

il s'est assuré que l'intérieur qui n'avoit pas été exposé aux impressions de l'air n'en contenoit point.

Indépendamment de ces matières où l'on abandonne à la nature la formation du salpêtre, l'art cherche aussi à en augmenter la production, en faisant des amas de terres, ou neuves, ou déjà lessivées, en y portant les matériaux que l'on croit les plus propres à fournir ses principes par leur décomposition putride, en les entretenant dans un degré d'humidité convenable, & les disposant enfin de manière que l'air puisse pénétrer la masse. *Voyez* NITRIERE.

Il paroît que c'est en Suède & en Prusse qu'on a commencé à faire des couches à salpêtre en forme de murs ou de monceaux, composés de chaux, de cendres, de terres de prés & de chaume stratifié alternativement avec les autres substances délayées auparavant avec de l'urine & des eaux-mères. On défend ces couches de la pluie par un toit en bruyères, & on les arrose de temps en temps avec des eaux de fumier ou de l'urine.

M. W. Coxe décrit d'une manière très-intéressante, dans ses lettres sur la Suisse, des espèces de nitrières que forment à peu de frais les bergers des cantons d'*Appenzel* & de *Glarus*, & qui suffisent pour les mettre en état de faire un commerce assez considérable de salpêtre. « Les étables » de leurs bestiaux (dit-il) construites générale» ment sur la pente des montagnes, ne sont de » plein pied que d'un côté; la face du bâtiment » opposée à son entrée est élevée au dessus du sol » d'environ deux ou trois pieds, & supportée à » chaque angle par un fort pieu, en sorte que » l'espace qui se trouve entre le plancher de l'é» table & la terre, est entièrement exposé à l'air. » Dans cet espace on creuse un fossé qui l'occupe » en entier, & dont la profondeur est d'environ » trois pieds. La terre qu'on en tire, qui est or» dinairement noire & grasse, ou même absolu» ment argilleuse, est remplacée par une terre » choisie de l'espèce des sablonneuses, que l'on a » soin d'y comprimer très-peu. Cette terre né» cessairement très-poreuse, s'imbibe de l'urine » des bestiaux, se prête à l'évaporation de sa par» tie purement humide, & favorise la formation » du nitre, à laquelle le contact de l'air est ab» solument nécessaire. Lorsque l'étable a été habi» tée deux ou trois ans, le salpêtre est déja for» mé en assez grande quantité, pour que la fosse » puisse être vuidée & sa terre lessivée, ce qui se » fait à la manière ordinaire; après quoi cette » même terre est séchée à l'air libre, & remise » dans la fosse. On a remarqué qu'après avoir été » une fois employée, elle devient plus propre à » la crystallisation du salpêtre, qu'elle peut être » lessivée plutôt, & qu'elle fournit en proportion » une plus grande quantité de ce sel. Ordinaire» ment la première récolte faite, on peut recueil» lir tous les ans, & il n'est pas rare de voir des » lessives produire un millier pesant de salpêtre » dans une habitation médiocrement peuplée. L'ex» position des montagnes, relativement au soleil, » influe considérablement sur l'abondance de ce » produit; la plus favorable est celle du Nord, » parce que la partie la plus découverte de la fosse » est exposée à un air vif qui hâte l'évaporation » & n'est point échauffée par l'ardeur du soleil, » qui trouble la formation du sel, en volatilisant » quelques-unes des parties qui entrent dans sa » composition ».

En plusieurs endroits de l'Allemagne les habitans sont obligés d'élever des murs de terre mêlée de paille, qui au bout d'un certain temps, suivant la qualité des matières & la situation, se trouvent imprégnés de salpêtre.

L'Angleterre s'est aussi occupée, en différens temps, des moyens de se procurer chez elle du salpêtre pour se mettre à l'abri des variations de prix auxquelles celui des Indes est exposé, surtout quand la guerre le rend plus nécessaire. En 1627 il fut ordonné à toutes personnes de garder l'urine de leurs familles, & autant qu'ils pourroient de leur bétail, pour être enlevées en été toutes les vingt-quatre heures, en hyver toutes les quarante-huit heures, par les préposés de *Jean Brooke*, & *Thomas Russel*, privilégiés pour faire du salpêtre par une nouvelle invention. M. Watson, qui rapporte ce fait dans ses essais de Chymie, dit que ce n'étoit pas une petite incommodité, mais pourtant moins considérable, que la permission qui fut donnée ensuite aux salpêtriers de fouiller les aires des colombiers, des écuries, &c., ce qui ne fut révoqué qu'en 1656. Suivant cet auteur, on a formé divers projets; la société, pour les encouragemens, a proposé, depuis 1756 jusqu'en 1764, des prix qui n'ont pas été réclamés: des particuliers avoient construit à grands frais une nitrière qu'ils ont été obligés d'abandonner, parce que le salpêtre leur coûtoit près de quatre fois plus que celui qu'on y apporte des Indes; de sorte qu'il n'existe présentement aucune salpêtrière en Angleterre, toutes les tentatives de ce genre ayant successivement échoué, ce qu'il attribue à la cherté de la main-d'œuvre, à la nature du climat, & sur-tout à la disette des cendres de bois que l'on fait entrer dans cette fabrication.

Il y a quelques années que le gouvernement de France s'occupe à favoriser les établissemens des nitrières artificielles, dans la vue bienfaisante de rédimer les peuples de l'incommodité de la fouille des terres dans leurs maisons, & qu'il a déja fait cesser dans les lieux d'habitation personnelle. La Régie a répandu, par ses ordres, une instruction sur la manière de construire des nitrières, & d'en tirer parti; le roi chargea l'académie des sciences, en 1775, de proposer, pour le sujet d'un prix extraordinaire, de *trouver les moyens les plus prompts & les plus économiques de procurer en France une production*

production & une récolte de salpêtre plus abondantes. Plusieurs particuliers se sont empressés de faire jouir leur patrie des avantages attachés à ces établissemens, les uns par pure émulation, d'autres aussi dans des vues de spéculation. Les commencemens ont été assez florissans, sur-tout dans les endroits où on a été à portée de se procurer en quantité des terres anciennement salpêtrées; mais il faut en convenir, & je puis le dire d'après ma propre expérience, quelques moyens que l'on ait employé jusqu'ici, pour hâter la nitrification, elle est beaucoup plus lente que l'on ne l'avoit espéré, & les propriétaires des nitrières qui subsistent ont grand besoin que de nouvelles lumières viennent les mettre en état de soutenir cette exploitation avec plus d'avantage.

Le prix proposé par le roi a été décerné il y a deux ans; il n'a encore paru qu'un extrait du mémoire couronné; j'aurai occasion d'en parler, ainsi que des mémoires qui ont eu les seconds prix, lorsque je traiterai la partie théorique, c'est-à-dire autant que je puis les connoître par ce que les journaux en ont annoncé : on en attend la publication avec impatience, & elle est d'autant plus naturelle, que l'académie, en proclamant ces prix, a declaré que quoique le mémoire couronné *laissât quelque chose à desirer relativement à l'application de la théorie à la pratique*, il seroit néanmoins facile, d'après les expériences qu'il contenoit, *de ramener à des principes certains la conduite des nitrières*; qu'elle se proposoit de *suppléer à ce qui étoit échappé aux concurrens, comme l'analyse du gas putride*, & de donner *des vues générales sur la formation du salpêtre & sur la conduite des nitrières.* (*Journ. des savans, décembre 1782.*)

§. III. *De la manière de retirer le nitre des terres.*

Mon objet est bien moins de décrire ici en détail un travail très-connu, que d'indiquer les principes de ces opérations, & de recueillir encore quelques observations qui peuvent fournir des lumières sur l'origine de ce sel.

Lorsqu'on a des terres salpêtrées, soit par le travail seul de la nature, soit à l'aide des mêlanges que l'on a formés dans les nitrières, on en retire le salpêtre par l'élixation. Pour cela on en remplit des tonneaux posés verticalement & percés par leur fond; on y jette une grande quantité d'eau, que l'on fait repasser successivement sur de nouvelles terres, pour la charger de plus en plus, & quand le pése-liqueur des sels se soutient à-peu-près à douze degrés dans cette eau, c'est-à-dire qu'il indique $\frac{12}{100}$ de matière saline, on la porte dans la chaudiere pour la faire bouillir, & recueillir le sel qui se forme en crystaux par l'évaporation & le refroidissement.

On a déja remarqué que l'*acide nitreux* ne se trouvoit pas toujours uni à la base alkaline;, qu'il y en avoit souvent une partie, quelquefois même la plus considérable, qui n'avoit pour base qu'une terre; c'est un fait bien reconnu par ceux mêmes qui paroissent disposés à croire que cet alkali peut se former des mêmes matériaux que l'acide, & sans le concours d'aucune substance végétale; & il résulte des observations de M. le duc de la Rochefoucault, sur les craies de la Rocheguyon, que le salpêtre est à base calcaire dans tous les lieux éloignés des habitations, tandis qu'il est à base d'alkali végétal dans le voisinage des lieux habités.

Pour suppléer cette base alkaline, on mêle aux terres, avant de les lessiver, une certaine quantité de cendres, ou, ce qui vaut mieux, on porte dans la lessive des terres le sel alkalin que l'on a séparément extrait des cendres, ou que l'on a pris dans le commerce, où il se vend sous le nom de *potasse* impure, *vedasse* ou *salin.*

Les eaux de lessive ne sont portées à la chaudière que lorsqu'elles sont chargées à un certain point & essayées au pése-liqueur, parce qu'autrement toute la consommation de combustible employé pour les amener à ce point de concentration seroit en pure perte. Pour diminuer encore cette consommation, qui est un objet considérable, on pratique, un peu au-dessus du fourneau de la chaudière, une cheminée horisontale qui porte une grande caisse de cuivre rouge de neuf à dix pieds de longueur, que l'on nomme *bassin d'évaporation;* c'est là que l'on met les eaux destinées à passer successivement dans la chaudière; elles y sont entretenues à un degré de chaleur de cinquante à soixante degrés du thermomètre de Réaumur, qui suffit par conséquent pour procurer à la longue une évaporation assez sensible, & qui donne de plus la facilité de placer un robinet qui verse continuellement dans la chaudière une lessive déja échauffée & non sujette à arrêter le bouillon. C'est ainsi que M. Champy a fait construire, il y a plusieurs années, ses fourneaux, d'après la correction que j'avois proposée au fourneau de M. Macquer (*Journ. phys. tom. VIII, page 117*), & qui ont été établis sur ceux de notre nitrière.

Les lessives de terres salpêtrées étant toujours chargées de beaucoup de sels différens, il faut séparer les uns, décomposer les autres, soit pour obtenir le nitre pur, soit pour tirer de ces eaux tout le parti possible; il s'y trouve quelquefois jusqu'à treize principes différens susceptibles de diverses combinaisons, sans compter la partie extractive, & peut-être encore d'autres matières que l'on n'y a pas soupçonnées, parce que leur influence sur les résultats est moins sensible. Ces principes sont :

L'acide vitriolique.
L'*acide nitreux*.
L'acide muriatique.
L'acide méphitique.
La potasse.
La soude.
L'ammoniac.

Le calce.
La magnésie.
Le barote.
L'alumine.
Le fer.
La manganèse.

A la vérité quelques-unes de ces substances n'y existent qu'en très-petite quantité, telles que l'ammoniac, l'alumine, le barote & la manganèse (nous verrons que les deux dernières se rencontrent dans tous les débris de végétaux); mais leur présence n'altère pas moins la pureté, ne produit pas moins des affinités qui doivent être comptées dans la somme des actions réciproques.

S'il étoit vrai, comme l'ont cru les anciens chymistes, que les acides eussent toujours plus d'affinité avec les alkalis qu'avec les terres, que l'acide plus fort enlevât toujours à l'acide plus foible la base alkaline, il suffiroit, pour se débarrasser de toutes ces matières étrangères, de porter dans les lessives ce qui manque de potasse pour achever la saturation des acides vitriolique & nitreux; on auroit tout le nitre, & même sans perte d'alkali, puisque le peu d'acide vitriolique qui s'y trouveroit auroit pris d'avance sa part de cette base. Mais les décompositions par double affinité suivent une marche toute différente, au point que l'acide vitriolique lui-même laisse aller la base alkaline à l'acide du nitre calcaire. Voici la manière dont on procède pour retirer le nitre de ce chaos.

Pendant l'ébullition, une partie de la matière savonneuse s'élève en écume, que l'on a soin de séparer, & qui emporte avec elle une portion de terre assez considérable, sur-tout de la magnésie, qui est plus légère, & qui n'étoit tenue en dissolution que par l'eau.

Le sel commun ou muriate de soude, qui a la propriété de se crystalliser par l'évaporation, se précipite au fond de la chaudière en forme de petits crystaux cubiques; on le retire successivement avec de grandes cuillers ou dans un panier que l'on tient suspendu au milieu de la chaudière; c'est ce que les ouvriers appellent le *grain*.

Quand la liqueur est assez concentrée (ce qu'on juge en en prenant dans une petite cuiller que l'on met au frais, & qui doit au bout de quelques instans donner des crystaux), on vuide la chaudière en transvasant la liqueur dans de grands vaisseaux que l'on met refroidir. Le nitre qui se crystallise par refroidissement, s'attache en aiguilles aux parois de ces vaisseaux; on verse la liqueur dans d'autres vaisseaux & on détache les crystaux, que l'on fait égoutter dans un panier.

La liqueur tient encore du nitre; on la fait de nouveau évaporer & refroidir pour obtenir les derniers crystaux qu'elle peut fournir par ce procédé.

Il reste enfin une liqueur incrystallisable, à laquelle on a donné le nom d'*eau-mère*, comme à toutes les eaux dont on a retiré les sels qui peuvent être recueillis sous forme solide (*Voyez* EAU-MÈRE). Cette liqueur, que les anciens salpêtriers jettoient comme inutile, tient encore une grande quantité d'*acide nitreux* tout formé, qui ne demande qu'une base alkaline pour donner du nitre parfait; on la recueille donc avec soin présentement pour la décomposer; mais la manière de la traiter n'est pas à beaucoup près aussi avantageuse que l'on peut le desirer, ni même soumise à des principes assez sûrs. C'est ce qui a fait dire à MM. les Régisseurs, dans l'instruction qu'ils ont publiée par ordre du roi en 1777, qu'il seroit important *de trouver un moyen de séparer dans l'eau-mère le salpêtre à base terreuse du sel marin à base calcaire, puisqu'on éviteroit partie de la dépense qu'on est obligé de faire en potasse pour changer la base de ces deux sels, dont l'un, absolument inutile, est même nuisible dans les travaux du salpêtre.*

Il faut ajouter à cette première considération, que si le muriate de potasse est extrêmement embarrassant, en ce qu'il se crystallise aussi par refroidissement, & même le plus souvent après le nitre dont il charge les crystaux, dont il rend par conséquent la purification plus difficile; le muriate de soude ou sel commun, qui se trouve toujours si abondamment dans les lessives, qui ne se sépare jamais que très-imparfaitement par la première crystallisation, ne présente pas moins de difficultés, en ce qu'il ne se laisse point décomposer comme le premier par le nitre calcaire.

Voilà donc deux problèmes à résoudre; l'un, pour trouver le juste point d'économie de la potasse à employer dans le travail des eaux-mères du nitre; l'autre, pour se débarrasser sans perte, ou même, s'il est possible, d'une manière avantageuse des muriates alkalins: les lumières actuelles de la Chymie me paroissent fournir des réponses satisfaisantes à ces deux questions.

I. Dans le mémoire que j'ai présenté à l'académie de Dijon, & qui a été imprimé dans son recueil (*ann. 1782, deuxième sémestre*), je suis parti de ce principe, que pour éviter d'une part la perte de la potasse, d'autre part la formation du muriate de potasse, il suffisoit de doser exactement l'alkali, de manière qu'il y en eût assez pour la saturation de l'acide propre du salpêtre, & qu'il n'y en eût que pour lui; parce qu'alors il n'y auroit que les nitres terreux décomposés, l'acide muriatique restant en état de sel terreux incrystallisable, même celui qui auroit la magnésie pour base, parce que l'expérience avoit prouvé que le muriate magnésien, quoique crystallisable par lui-même, ne se crystallisoit pas quand il étoit uni à d'autres sels terreux.

Mais pour parvenir à déterminer la quantité de potasse nécessaire à la saturation de l'*acide nitreux*, il faut pouvoir juger d'avance la quantité de cet acide contenu dans une eau-mère, il faut trouver des moyens simples & peu dispendieux pour cette

opération préliminaire : la méthode que j'ai proposée me paroît remplir ces conditions.

Elle est fondée sur l'affinité de l'acide muriatique avec le plomb, telle que ce métal tenu en dissolution par l'*acide nitreux*, rencontrant l'acide muriatique, s'en empare & forme un sel peu soluble qui se précipite. On peut donc, par ce moyen, séparer la plus grande partie de l'acide muriatique de l'eau-mère, ou d'une portion de cette liqueur destinée à l'essai ; & si on sature après cela cette portion avec un alkali végétal quelconque, en défalquant de cette quantité d'alkali celle qui aura servi à la saturation de l'*acide nitreux* porté dans la liqueur par la dissolution de plomb, & qui doit être déterminée par le poids de la dissolution nitreuse de plomb que l'on a employée, ce qui restera après cette soustraction sera la dose du même alkali nécessaire à la saturation complette de l'*acide nitreux* existant dans une quantité d'eau-mère & dans toute autre quantité de pareille eau-mère, en proportion, soit du poids, soit du volume.

Telle fut ma première idée ; & cette méthode d'essai ayant été appliquée à un travail de près de mille livres d'eau-mère, le succès fut aussi complet que l'on pouvoit le desirer ; on parvint à remplir les trois grands objets de cette opération : tout l'*acide nitreux* fut saturé, & il ne se forma point de muriate de potasse ; enfin on n'employa pas plus d'alkali qu'il n'en falloit pour obtenir tout le nitre que l'eau-mère pouvoit donner ; on trouva, par le calcul, qu'il y avoit eu épargne réelle d'un quart du total, ou de cent vingt livres de *védasse* sur la quantité qu'on auroit consommée pour décomposer tous les sels de l'eau-mère, comme on le pratiquoit ordinairement, & comme on étoit obligé de le faire, dès qu'on n'avoit aucune manière de connoître le terme auquel on devoit s'arrêter.

Cependant il y avoit dans cet essai des manipulations qui paroissoient un peu délicates pour être confiées à des ouvriers : j'ai trouvé le moyen de les réduire & de les simplifier, en établissant une fois pour toutes le rapport de la quantité de plomb portée dans l'eau-mère, jusqu'à ce qu'il cesse d'y occasionner un précipité, avec la quantité d'acide muriatique. Je me suis servi pour cela du travail de M. Wenzel, savant Chymiste allemand, qui a donné une application particulière à déterminer avec exactitude les proportions de toutes les dissolutions dans tous les acides. Il résulte de ses expériences, que le même acide muriatique qui exige pour sa saturation 440$\frac{1}{2}$ parties de potasse pure prend 640 parties de plomb : ce rapport, en négligeant la fraction, peut se réduire à l'expression plus simple de 11 : 16, & il n'y a plus de calculs embarrassans.

La seule condition essentielle est donc présentement de connoître la quantité de plomb qu'il faut porter dans l'eau-mère d'épreuve, & on y parvient facilement, en faisant dissoudre dans de l'*acide nitreux* pur une quantité donnée de ce métal, & prenant, avant & après l'opération, le poids de la dissolution. Peu importe que cette dissolution soit saturée ou avec un léger excès d'acide ; on est même quelquefois obligé d'en ajouter pour reprendre la terre métallique qui est sujette à se précipiter spontanément après un certain temps ; mais cet acide surabondant n'empêche pas l'action du plomb sur l'acide muriatique de l'eau-mère.

Pour achever de faire connoître les principes de cette méthode, & diriger en même temps la pratique de ceux qui voudroient en recueillir les avantages, il suffira de rapporter ici le résumé de toutes les opérations progressives, tel que je l'ai placé à la suite de mon mémoire sur ce sujet. La longueur de cette instruction effraiera peut-être ceux qui la jugeront à vue d'œil ; en la lisant, on reconnoîtra bientôt que les trois quarts des choses qu'elle renferme sont plus longues à apprendre qu'à exécuter.

Suite des opérations pour l'essai des eaux-mères du nitre.

1°. Les eaux-mères ayant été réunies & mêlées quelques jours auparavant dans une même cuve, on en prendra deux fois la même mesure dans une phiole d'une capacité donnée, comme de trois pouces cubiques, & on vérifiera encore par le poids l'égalité de ces mesures.

2°. On fera dissoudre, dans une livre d'eau, quatre onces de la potasse destinée à la saturation de l'eau-mère ; cette dissolution filtrée, on fera note de son poids.

3°. L'une des mesures d'eau-mère, que j'appelle *mesure d'épreuve des deux acides*, sera versée dans un grand verre, & étendue de quatre parties d'eau ; on y plongera deux lames de papier, l'une teinte par le fernambouc, l'autre par le curcuma, après quoi on y ajoutera peu à peu de la lessive alkaline du n°. 2, jusqu'à ce que les papiers colorés marquent que l'on a atteint le point de saturation.

Lorsqu'on sera un peu exercé dans cette pratique, on n'aura pas besoin de faire passer au rouge la teinture de curcuma, on s'arrêtera à la première nuance violacée que prendra le fernambouc ; & dans ce cas, l'excédent du point de saturation sera un infiniment petit.

Il est indispensable de délayer l'eau-mère, sans quoi la décomposition ne se feroit qu'en partie, & il résulteroit de son mélange avec la liqueur alkaline une masse presque solide ; c'est ce qu'on nomme MIRACLE CHYMIQUE. *Voyez ce mot.*

4°. On pesera le restant de la dissolution de potasse, qui fera connoître la quantité employée ; & en déduisant de cette quantité $\frac{4}{5}$ pour l'eau de dissolution, on aura le poids exact de la quantité de cet alkali nécessaire à la saturation complette des deux acides de cette eau-mère : *première base* qu'il falloit acquérir.

5°. La seconde mesure d'eau-mère, que j'appelle

mesure d'épreuve de l'acide muriatique, sera mise également dans un grand verre, & étendue de deux parties d'eau, pour empêcher que le précipité de muriate de plomb ne demeure suspendu au-dessus de la liqueur, ce qui arriveroit si elle étoit trop concentrée. Ici, comme dans tout le reste du procédé, on ne doit plus faire usage que d'eau de pluie.

6°. On pesera la dissolution nitreuse de plomb, qui aura été préparé d'avance avec soin, pour connoître la quantité de plomb dissoute, & on prendra note de son poids.

On ne doit employer, pour cette dissolution, que de l'*acide nitreux* pur, autrement il y auroit erreur dans l'estimation de la quantité dissoute par le poids du métal restant. Il est bon d'avertir encore que l'*acide nitreux* affoibli agit mieux sur le plomb que lorsqu'il est concentré. M. Wenzel emploie un *acide nitreux* étendu de neuf parties d'eau distillée, & il assure qu'ayant porté une semblable dissolution au point de saturation, il y laissa, pendant une semaine entière, une lame de fer, sans que le plomb fût précipité en aucune manière, & sans que le fer fût attaqué. On peut aider cette dissolution par la chaleur; mais il faut se garder d'y ajouter de l'eau froide lorsqu'elle est chaude, parce qu'elle se troubleroit sur le champ: on prévient facilement cette décomposition, en y portant en même temps un peu d'acide surabondant; & j'ai déja annoncé que cet excès d'acide ne pouvoit produire ici aucun inconvénient, qu'il étoit même utile pour rendre la dissolution plus permanente.

7°. On versera peu à peu de cette dissolution nitreuse de plomb dans l'eau-mère du n°. 5, jusqu'à ce que l'on s'apperçoive qu'elle ne la trouble plus; ce que l'on reconnoîtra très-aisément, en mettant sur la fin assez d'intervalle entre les gouttes pour laisser éclaircir le mélange.

8°. On repesera alors le flacon de la dissolution de plomb, pour juger, par la diminution de poids, de la quantité de métal qui a été pris par l'acide muriatique de l'eau-mère.

Ce terme formant *la seconde base* de l'opération, il ne restera plus qu'à déduire de la somme entière d'alkali du n°. 4 une quantité qui soit au plomb muriatisé dans l'eau-mère, comme 11 est à 16; le produit de cette soustraction sera la vraie dose d'alkali qui convenoit à la mesure d'épreuve pour décomposer complettement les nitres terreux, ou pour ne décomposer qu'eux. La proportion du poids ou du volume, suivant que l'on le jugera plus commode, donnera enfin la vraie dose de ce même alkali, qu'il faut employer pour traiter avec le même avantage toute la masse d'eau-mère de la cuve.

II. Le second problême concernant la décomposition des muriates alkalins qui se trouvent dans les eaux-mères, ne peut être résolu que par les principes des doubles affinités: pour les saisir, posons d'abord la question.

Il est bien certain que l'*acide nitreux* est plus puissant que l'acide muriatique, & tous les deux quittent les bases terreuses pour s'unir aux bases alkalines; d'où il semble que l'on peut conclure que le nitre calcaire doit décomposer les muriates alkalins; mais cette conclusion générale ne seroit pas fondée: le nitre calcaire décompose bien le muriate de potasse, mais il ne peut prendre la base au muriate de soude; l'académie royale des sciences l'a positivement déclaré lors de la proclamation du prix de 1782 (*Journ. des savans*, *décembre*, *pag. 874*); ce qui forme, comme l'on voit, une des anomalies les plus frappantes qui puisse se rencontrer, puisque l'acide muriatique attirant plus fortement la potasse que la soude, il s'ensuit naturellement que le même sel devroit lui enlever encore plus facilement la dernière base que la première.

Cette difficulté, dont je ne crois pas que personne ait encore tenté l'explication, se résout par les principes que j'ai établis d'après l'illustre Bergman, à l'article AFFINITÉ. L'application que j'en vais faire ici ne mérite pas moins d'attention par les conséquences qui en résultent pour la théorie, que par son objet.

Les Chymistes savent que l'*acide nitreux* attire la potasse plus que la soude, & la soude plus que le calce; je puis donc demander qu'on se prête à la supposition suivante:

Soit l'affinité de l'*acide nitreux* avec la *potasse* = 29.
Avec la *soude* = 25.
Avec le *calce* = 22.

Il est également certain que l'acide muriatique garde le même ordre d'affinité avec ces trois bases, c'est-à-dire qu'il attire la soude moins que la potasse, & le calce moins que la soude: mais on sait en même temps que toutes ces attractions sont respectivement moins puissantes que celles de l'*acide nitreux*; c'est pourquoi je dis:

Soit l'affinité de l'*acide muriatique* avec la *potasse* = 16.
Avec la *soude* = 14.
Avec le *calce* = 10.

Il est aisé de juger que ces nombres gardent tous les rapports que nous fournissent les observations connues, tant à l'égard de la puissance respective des deux acides, que de leur action sur ces trois bases: or, ces rapports une fois admis comme probables, comme approchant seulement de la réalité, on en tire, par le calcul, l'explication simple des deux cas en apparence contraires. Pour qu'on puisse la saisir plus aisément, je placerai ces chiffres dans le symbole, ainsi que l'a proposé le docteur Elliot dans ses *Eléments of natural phylosophy*, publiés à Londres en 1782. J'en écrirai même ici la démonstration, pour la commodité de ceux qui sont moins familiarisés avec les signes; on la retrouvera au

nombre des cas ajoutés à la table des symboles d'affinités de M. Bergman.

Décomposition du muriate de potasse par le nitre calcaire.

Nitre de potasse.

Nitre calcaire.	Acide nitreux 29		potasse	Muriate de potasse.
	22	+	16] 38	
	calce	10 — 39	acide muriatique	

Muriate calcaire.

29 + 10 = 39 somme des forces conspirantes pour l'échange de bases étant plus grande que 22 + 16 = 38 somme des forces conspirantes pour maintenir la composition actuelle, il doit y avoir décomposition.

Non-décomposition du muriate de soude par le nitre calcaire.

Nitre calcaire.	Acide nitreux 25		soude	Muriate de soude.
	22	+	14] 36	
	calce	10 — 35	acide muriatique	

25 + 10 = 35 somme des forces conspirantes pour décider l'échange des bases étant plus petite que 22 + 14 = 36 somme des forces conspirantes pour maintenir la composition actuelle, on ne doit plus être étonné qu'il n'y ait point de décomposition.

Le problême ainsi résolu, on a tous les principes nécessaires pour guider les opérations dans l'analyse; & même dans le travail en grand des lessives de terres salpêtrées. En y jettant toute la quantité de potasse nécessaire pour la saturation des *acides nitreux* & muriatique, toutes les terres sont précipitées, il ne reste plus dans la liqueur que du nitre de potasse & de la soude caustique: cette liqueur, évaporée & mise au frais, donnera les sels neutres en crystaux, & on n'aura, au lieu d'une eau-mère, que de la soude en liqueur. Si l'on craignoit qu'une partie de cette soude n'eût repris assez de gas acide méphitique pour mêler quelques-uns de ses crystaux à ceux des sels, il suffiroit, pour prévenir cet inconvénient, de jetter sur la fin de l'évaporation un morceau de chaux vive dans la chaudière,

On sera d'abord surpris que je conseille une opération qui augmente d'une part la consommation de la potasse, & de l'autre la formation du muriate de potasse, c'est-à-dire de celui des sels dont on redoute le plus la présence dans la crystallisation du nitre; mais si l'on fait attention que ce n'est-là qu'une opération préliminaire, qu'en faisant redissoudre les deux sels neutres dans une nouvelle lessive de terre, où le nitre calcaire est toujours en abondance, il reprendra sur le champ la potasse à l'acide muriatique, on sera forcé de reconnoitre que cette quantité d'alkali végétal n'a été réellement que prêtée à l'acide muriatique pour lui enlever la soude; qu'à la fin toute la potasse doit former du nitre; tout l'acide muriatique passer dans les sels terreux, incapables de troubler la crystallisation; en un mot, que la soude que l'on obtient presque pure peut indemniser, & au-delà, des frais de l'évaporation préliminaire. Tel est le procédé dont la première idée a été communiquée à l'académie de Dijon, par M. Champy, en lui présentant de la soude ainsi séparée en état caustique, & qui, abandonnée ensuite à l'air libre, s'étoit formée en beaux crystaux.

De la purification du nitre.

Le nitre qui se crystallise dans les premières lessives, ainsi que dans les eaux-mères précipitées, lors même qu'il est en prismes d'un certain volume, n'est pas encore bien pur; il est jauni par une portion de matière grasse; il est toujours chargé de quelques sels étrangers; on le nomme nitre de première cuite ou *salpêtre brut*.

Pour le purifier, on le fait dissoudre dans l'eau & crystalliser de nouveau par le refroidissement. La proportion des sels étrangers étant infiniment moins considérable que lors de la première évaporation, la liqueur se trouve au degré convenable pour la crystallisation long-temps avant que ces sels puissent fournir des crystaux; le nitre est en conséquence plus blanc & plus pur, c'est celui de *seconde cuite*, dont se servent les distillateurs d'eaux-fortes.

On purifie le nitre par une *troisième cuite*; mais pour la médecine & les expériences exactes de Chymie, on est encore obligé de le redissoudre dans l'eau distillée, ou du moins dans l'eau de pluie, de filtrer la dissolution, & de crystalliser une quatrième fois dans des vaisseaux de verre, de grais ou de porcelaine.

§. IV. *De la manière de retirer l'acide du nitre.*

Le nitre est un sel neutre dont il faut séparer la base pour obtenir son acide.

On peut voir dans le dictionnaire des arts & métiers, *article* EAUX-FORTES, les matières & les

procédés qu'emploient les distillateurs d'eaux-fortes pour preparer en grand cet acide, ainsi que la description de leurs atteliers, fourneaux & ustensiles. Je ne m'occuperai ici que des opérations que le Chymiste doit connoître & exécuter lui-même pour assurer ses expériences, & des observations qui intéressent la théorie.

On distingue dans le commerce l'*acide nitreux* obtenu du salpêtre par l'argille, sous le nom d'*eau-forte*; celui qui est retiré du nitre distillé avec le vitriol de mars, sous le nom d'*esprit de nitre*; celui qui est degagé par l'acide vitriolique, sous le nom d'*esprit de nitre fumant*; celui dont on a séparé les acides vitriolique & muriatique par la distillation nitreuse d'argent, sous le nom d'*eau-forte précipitée*, ou *eau-forte de départ*; celui qui est très-delayé & impur, sous le nom d'*eau seconde*.

Il suffit aux Chymistes de distinguer l'*acide nitreux pur*, c'est celui dont il sera principalement question dans cet article, & l'acide NITREUX PHLOGISTIQUE dont je m'occuperai dans un autre article. Les noms d'*eau-forte de Meyer*, d'*eau forte de Schéele*, que je donne quelquefois à l'*acide nitreux* rectifié à la manière de ces Chymistes, peuvent être utiles pour suppléer des détails de préparation d'expériences, quand ces circonstances doivent influer sensiblement sur les résultats; mais ils n'expriment toujours qu'un acide dont ces procédés garantissent le degré de pureté. Quant à la concentration, ses degrés sont trop variables pour qu'on puisse leur appliquer des dénominations particulieres, qui ne dispenseroient pas d'une expression plus exacte, lorsqu'ils sont une condition du phénomène.

Le nitre est un des sels neutres dont on sépare le plus facilement la base alkaline; mais les procédés dans lesquels on emploie le phlogistique n'opèrent cette séparation qu'en détruisant, ou, pour parler plus exactement, en décomposant réellement son acide: or, il s'agit ici de le recueillir tout entier.

On se sert d'argille dans la distillation de l'*acide nitreux*, comme dans la distillation de l'acide muriatique; mais les Chymistes ne sont point d'accord de la manière d'agir de cet intermède pour la décomposition du nitre & du sel commun; les uns soutenant avec M. *Venel*, que les terres n'agissent que méchaniquement dans ces opérations, pourquoi il les appelle des intermèdes inefficaces; les autres pensant avec M. *Baumé*, que les argilles tiennent de l'acide vitriolique qui s'unit à la base alkaline de ces sels pendant la distillation; d'autres enfin rejettant cette hypothèse, appuyés de l'autorité des *Schéele* & des *Macquer*.

Pour prendre une juste idée de la question, il faut d'abord distinguer la décomposition du nitre de celle du sel commun, puisqu'il est bien certain que la première se fait beaucoup plus facilement, & a lieu dans tous les cas où le sel commun reste tout entier. On sait, par exemple, que le sel commun n'est point décomposé par le sable pur, c'est-à-dire par la terre quartzeuse, même au creuset, tandis qu'elle décompose le nitre au feu de distillation. M. Macquer cite à ce sujet les expériences très-exactes de M. le Veillard, détaillées dans un mémoire qu'il a communiqué à l'académie des sciences: *après cela il n'est pas étonnant*, comme le dit M. Macquer, *que la porcelaine des Indes broyée, mêlée & distillée avec le nitre, occasionne la décomposition de ce sel.* Cette distinction etablie, je renvoie à l'*article* ACIDE MURIATIQUE ce qui concerne la décomposition du sel commun, & je ne m'occuperai ici que de la décomposition du nitre.

Quoique l'on ne puisse dire que le quartz pur fasse dans cette opération la fonction d'un acide plus puissant pour dégager l'*acide nitreux*, il ne feroit pas moins contre les principes de le regarder comme un pur agent méchanique, & à plus forte raison de lui conserver le nom d'*intermède inefficace*. Il y a réellement une affinité entre le quartz & la potasse qui fait la base du nitre: cette affinité étant moindre que celle de l'*acide nitreux* avec cette base, elle ne peut produire aucun effet sensible tant qu'elle est réduite à sa propre énergie, c'est le cas de l'affinité simple; mais si cette tendance qui s'exerce au moment du contact, qui subsiste quoique impuissante, vient à être aidée par la tendance simultanée d'un nouveau principe à s'approprier l'autre partie composante, il en résulte une force composée des deux attractions qui conspirent pour rompre ou pour maintenir l'union; c'est le cas de l'affinité double dont on a déja tant vu d'exemples, dont il y en a un bien frappant dans le paragraphe précédent.

Nous savons ici que l'*acide nitreux* attire très-puissament le phlogistique; nous savons qu'il peut en recevoir de la chaleur, au point d'en être décomposé comme par le contact des matières charbonneuses; que long-temps avant cette destruction, son adhérence à sa base peut être assez diminuée pour qu'il la cède à un autre acide même végétal; nous ne devons pas être étonnés que dans ces circonstances, l'affinité du quartz reprenne la supériorité & décide la séparation d'autant plus facilement, qu'indépendamment du phlogistique communiqué par la chaleur, on doit encore faire état de la matière même de la chaleur qui, par l'action differente qu'elle exerce sur deux principes unis, augmente la volatilité de l'un dans une proportion bien plus considérable que celle de l'autre, & porte ainsi un nouvel élément dans le calcul de forces attractives. *Voyez* AFFINITÉ & CALORIFIQUE.

Pour ce qui est de l'*argille*, il est tout simple qu'elle serve aussi à dégager l'*acide nitreux* à la distillation, puisque M. Bergman assure qu'il y a toujours trouvé une portion considérable de quartz, & souvent au-delà de moitié. Mais l'*alumine*, ou terre pure de l'alun, décompose aussi le nitre, & même, comme on le verra, le sel commun, ce qui est encore moins équivoque: or, son affinité avec les bases alkalines étant sûrement beaucoup plus foible que celle du quartz, il semble que, même à l'égard du nitre,

cette affinité ne peut suffire à expliquer la décomposition.

Cette explication est facile dans le système de M. Baumé. Suivant ce Chymiste, l'argille tient essentiellement de l'acide vitriolique, elle n'est réellement qu'un alun sursaturé de sa terre, & les résidus de la distillation du nitre & du sel commun avec l'argille la plus pure, fournissent toujours par l'élixation des vitriols à base alkaline. La dernière circonstance formeroit seule une preuve décisive, si la quantité de vitriol alkalin que l'on retire de ces résidus étoit toujours à peu près egale, si elle avoit quelque proportion avec la quantité du nitre décomposé; on auroit du moins un fort argument en faveur de cette hypothèse, si la terre qui a servi à ces distillations se trouvoit en effet avoir perdu quelques-unes de ses propriétés; mais toutes ces preuves manquent, comme le remarque très-bien M. Macquer: le vitriol de potasse que l'on obtient varie suivant les argilles, il est toujours en très-petite quantité.

A ces réflexions très-concluantes d'un grand Chymiste, ajoutons les expériences du célèbre Schéele, par lesquelles il s'est assuré que l'argille pure traitée de toutes les manières avec l'alkali ne donnoit pas un atôme de vitriol de potasse (*Collection de ses mémoires, édit. franç. art. V.*); & on regardera comme suffisamment prouvé, que l'alumine ne tient point d'acide vitriolique: cependant mes expériences particulières me forcent encore à suspendre mon jugement.

J'ai cherché à découvrir des traces de cet acide, par le moyen de la terre barotique que M. Schéele lui-même nous a fait connoitre, qu'il donne, ainsi que l'illustre Bergman, pour le réactif le plus sûr, lorsqu'il s'agit de rendre sensible l'acide vitriolique, à quelque base qu'il soit uni; toutes les dissolutions de terre barotique ont constamment troublé les lessives des residus de toutes les distillations des *acides nitreux* & muriatique par l'argille, lors même que cette operation étoit repétée sur la même argille ou avec la terre base de l'alun. *Voyez* ACIDE MURIATIQUE.

Il seroit donc possible qu'il existât dans l'argille la plus pure, ainsi que dans l'alumine, une portion d'acide vitriolique dans un tel état de combinaison & de saturation, que le sel qui en résulteroit fût insoluble; que l'alkali n'y trouvât pas prise pour exercer son affinité & précipiter la terre; que cet acide servît neanmoins à dégager l'acide du nitre, & sur-tout du muriate; qu'après la distillation, le vitriol alkalin qui se seroit formé fut tellement enveloppé, que l'eau bouillante ne pût l'en séparer que difficilement, que successivement, qu'à la faveur d'un excès d'alkali, comme M. Baumé l'a conseillé; enfin que le barote en dissolution, par un acide quelconque, eût la propriété de manifester ces sels jusques dans les dernières lessives de ces résidus. Je ne dissimule point que voilà bien des conditions; mais si on se rappelle un fait très-analogue, observé par M. Schéele, que la terre de l'alun reprend à l'eau le vitriol calcaire (*Voyez* ALUMINE); si l'on fait attention que nous avons besoin d'un principe pour donner une explication satisfaisante de la manière d'agir de l'argille dans ces distillations, on ne se pressera pas de rejetter ces probabilités; on s'en tiendra du moins à la conclusion que cette matière exige de nouvelles recherches.

On explique plus facilement l'action des autres substances qui peuvent servir à la décomposition du nitre.

L'acide vitriolique lui prend sa base, parce qu'il l'attire plus puissamment.

Dans le vitriol de mars calciné, une partie du même acide est à nu, celle qui est encore engagée force l'*acide nitreux* à l'échange de base, & le peu de philogistique que retient la terre du fer concourt à cette double séparation, d'un côté, en relâchant la combinaison de l'*acide nitreux* avec l'alkali, de l'autre, en laissant le fer dans un état de déphlogistication qui le rend insoluble; de là vient que cette distillation réussit très-bien avec le vitriol de mars calciné, à la différence de la distillation de l'acide muriatique qui, étant naturellement phlogistiqué, adhère beaucoup plus à la chaux de fer: M. Macquer a été obligé d'employer un feu de la dernière violence, & n'a obtenu, par cet intermède, qu'une très-foible quantité d'acide muriatique.

Il est aisé de juger par-là que quand le vitriol de mars ne seroit pas le moins cher & le plus commun, il seroit encore le plus avantageux pour cette opération. Le vitriol de zinc & les autres vitriols métalliques ne laissent pas aller aussi facilement le phlogistique, à la faveur duquel ils retiennent la terre métallique.

Sthal & Kunckel ont parlé d'une eau-forte très-pénétrante, de couleur bleue, obtenue par la distallation du nitre avec l'arsénic: le premier employoit l'arsénic seul, le second un composé à parties égales d'arsénic, d'antimoine & de soufre, que l'on a nommé *lapis pirmison*, ou *lapis de tribus*; mais l'arsénic étoit toujours le principal agent, parce qu'en cédant son phlogistique à l'*acide nitreux*, son acide propre devient capable de retenir la base alkaline (*Voyez* ACIDE ARSENICAL), ou même de décomposer le nitre par la voie sèche, à raison de sa fixité, ainsi que les acides boracin, phosphorique & ourétique.

Nous verrons bientôt que le nitre calcaire décompose le vitriol calcaire & le vitriol magnésien; c'en est assez pour faire juger que ces sels ne sont pas de bons intermèdes pour la distillation de l'*acide nitreux*, qu'ils ne peuvent agir sur le nitre que par la voie sèche, & quand le phlogistique a diminué l'adhérence de l'*acide nitreux* à sa base. Cependant un Chymiste allemand, M. Weber, recommande l'usage du sel d'Epsom ou vitriol magnésien; mais en donnant le même conseil pour la

distillation de l'acide muriatique, il prouve assez qu'il n'a point consulté l'expérience, & même qu'il n'avoit pas présens à la mémoire tous les faits qui devoient éclairer sa théorie.

M. Bowles rapporte, dans son introduction à l'histoire naturelle d'Espagne, que l'on y décompose le nitre par le seul intermède du sel gemme de cordona, & que toute l'eau forte qu'on emploie à Madrid se prépare de cette manière. Mais M. Macquer, qui a donné dans le journal des savans l'extrait de cet ouvrage de M. Bowles, observe très-bien que quand cet auteur se seroit assuré par une analyse exacte, que le sel gemme ne contient point de sel vitriolique, ni même aucune substance terreuse qui pût favoriser le dégagement de l'acide par l'interposition de ses parties (ou plutôt par une véritable affinité que la volatilité de l'*acide nitreux* phlogistiqué rend assez puissante), il n'auroit pas encore été fondé à dire que ce phénomène ébranloit toute la théorie des trois acides, parce que cette théorie n'est qu'une suite d'observations, & que des faits bien constatés ne peuvent pas être détruits par d'autres faits qui paroissent contraires. S'il est vrai que cette décomposition ait lieu avec du sel commun bien pur, exempt de toute substance terreuse, & même de muriate calcaire ou magnésien; je ne serois point éloigné de l'expliquer par la simple adhérence qui peut exister entre un sel neutre & un alkali; & ce seroit une preuve bien sensible de la facilité avec laquelle l'*acide nitreux* cède sa base à la chaleur de la distillation.

L'*acide nitreux* du commerce étant très-impur, le Chymiste est quelquefois obligé de le préparer lui-même, & dans tous les cas de le purifier.

Pour le préparer, on prend du nitre de la troisième cuite, on le pulvérise, on le met dans une cornue de verre, & on verse dessus le tiers de son poids d'acide vitriolique concentré. Comme dans les laboratoires on cherche plus la pureté que la quantité du produit, il vaut mieux mettre moins d'acide vitriolique, parce que tout l'inconvénient est qu'il reste un peu de nitre non décomposé, & qu'on est d'autant plus assuré que l'acide vitriolique n'a pu passer dans le récipient. En introduisant ces matières dans la cornue, on a soin qu'il n'en reste point dans le col, on le garnit de papier pour empêcher que le sel ne s'y attache, & on porte l'acide jusques dans le ventre de la cornue par un tuyau de verre que l'on retire avec précaution, après quoi on enlève aussi le papier. Le mélange s'échauffe de lui-même, les vapeurs rouges commencent à paroître, & il distille quelques gouttes avant même que les vaisseaux soient placés dans le fourneau. Le feu doit être très-modéré dans les commencemens, parce que l'acide étant libre, son action est assez rapide.

Dans cette opération, il est indispensable de luter la jointure du ballon à la cornue avec le lut gras composé d'argille blanche détrempée avec l'huile de lin cuite; on l'assujettit avec des bandes de vessie, ou du linge enduit de colle de farine, ou d'un autre lut fait avec le blanc d'œuf & la chaux, pour ne laisser aucun passage aux vapeurs qui seroient dangereuses; on réserve un petit trou dans le récipient, que l'on bouche pareillement avec du lut gras, & qui sert à donner de temps en temps issue aux vapeurs, quand elles se succèdent trop rapidement, pour prévenir la rupture des vaisseaux. M. Weigel, dans ses observations de Chymie, recommande l'usage d'un lut fait avec l'huile de lin & la stéatite pulvérisée.

Quelques-uns se servent, pour cette distillation, de même que pour la distillation de l'acide muriatique, de l'appareil des ballons enfilés adaptés à une cornue tubulée. Cet appareil étant composé de plusieurs ballons ajoutés & lutés à la suite les uns des autres (*Voyez* DISTILLATION & VAISSEAUX.), on conçoit qu'il y a bien plus d'espace pour recevoir les vapeurs, cela n'empêche pas que l'on ne doive encore quelquefois en favoriser la condensation, par l'application d'éponges imbibées, ou tout simplement de linges mouillés.

M. Weigel a publié la description d'un refrigérant qu'il emploie dans ces sortes de distillations, & au moyen duquel il reçoit l'esprit le plus fumant dans un simple ballon de médiocre capacité. Ce refrigérant est formé d'un tuyau qui recouvre l'allonge sur une longueur d'environ quinze pouces, & dans lequel il passe continuellement de l'eau froide. On en trouvera la description à l'article VAISSEAUX.

Lorsqu'on n'a pas besoin que l'acide soit bien concentré, on met un peu d'eau dans le récipient; mais dans ce cas, il est plus avantageux de distiller un simple mélange d'une partie de nitre avec cinq parties d'argille blanche, légèrement séchée. Le produit de cette distillation, toujours plus exempt d'acide vitriolique & de matières phlogistiques, est, comme nous le verrons bientôt, celui qui convient le mieux dans la plupart des expériences, ou du moins qu'il est le plus facile d'amener au degré de pureté nécessaire.

Pour avoir l'*acide nitreux* dans le plus haut degré de concentration, on traite à la distillation le nitre bien sec avec partie égale de vitriol de mars que l'on a fait calciner jusqu'au jaune orangé, pour lui enlever toute son eau de crystallisation. L'acide vitriolique se trouvant encore plus déphlegmé dans ce sel calciné que lorsqu'il est en liqueur, l'opération exige, à plus forte raison, les précautions que j'ai indiquées pour la distillation par l'acide vitriolique; cependant on la pratique aussi avec un seul récipient, un peu gros & percé d'un petit trou. M. Baumé place la cornue sur une assiette de terre remplie de sable pour qu'elle s'échauffe plus lentement, & il défend le récipient de la chaleur du fourneau, en élevant entre deux un petit mur de briques.

Le récipient est bientôt rempli de vapeurs rouges très-

très-élastiques que l'on nomme aussi rutilantes, & qui se condensent insensiblement dans le peu de liqueur acide qui distille goutte à goutte ; on pousse la distillation jusqu'à ce que la cornue étant rouge, il ne passe plus rien.

On laisse refroidir les vaisseaux, on délute avec précaution, & on transvase promptement la liqueur dans un flacon, en se plaçant pour cela dans un courant d'air, afin d'éviter les vapeurs très-expansibles, & prenant le dessus du vent. Le récipient paroît rouge plusieurs heures après qu'on l'a vuidé entièrement, & on est obligé de le couvrir pour que l'odeur qu'il exhale s'écoule plus insensiblement. On choisit pour contenir cet acide les flacons qui bouchent le plus exactement ; on fixe dessus le bouchon de crystal par une coëffe de peau, & malgré tout cela, il est très-rare que les vapeurs subtiles n'en sortent; la peau, au bout de quelque temps, se trouve détruite & comme brûlée, & j'ai souvent remarqué que le goulot renversé des flacons, qui forme une espèce de petit vase autour du bouchon de crystal, étoit rempli d'une liqueur semblable à l'eau forte affoiblie. Nous ne tarderons pas à indiquer la cause de ces phénomènes.

Le résidu de la distillation est une masse qui contient du vitriol de potasse & une chaux rouge de fer connue sous le nom de *colcotar*, & qui, étant suffisamment lavée, prend celui de *terre douce de vitriol*. On s'en sert pour polir les glaces.

Quoique M. Macquer n'ait pas précisément distingué l'*acide nitreux* simple & l'acide nitreux phlogistiqué, la différence de ces deux êtres n'avoit pas échappé à cet illustre Chymiste : « Il paroît » (dit-il) que la partie la plus subtile, la plus » volatile des vapeurs qui s'élèvent dans la distil» lation de l'*acide nitreux* concentré, par le vitriol » de mars, s'approche beaucoup du gas qui s'élève » pendant la dissolution des métaux par l'*acide ni*» *treux*..... C'est probablement la surcharge du prin» cipe phlogistique qui donne ces propriétés à l'*a*» *cide nitreux ;* ce qu'il y a de certain, c'est qu'en » poussant la concentration de cet acide au dernier » point dans sa distillation, par l'intermède du vi» triol martial, on obtient (outre les vapeurs in» condensables, sans le mélange de l'air & de » l'eau) deux acides en liqueurs qui ne se mêlent » pas, & dont l'un qui est probablement le plus » phlogistiqué, surnage l'autre, comme de l'éther » & de l'huile, qui surnagent l'eau ; MM. Baumé, » Rouelle, Bucquet & autres bons Chymistes ont » eu occasion d'observer ce phénomène intéressant.

*De la rectification de l'*acide nitreux.

Nous distinguerons ici, quant à l'objet, deux sortes de rectifications de cet acide, l'une qui tend à le débarrasser de tout acide étranger, l'autre par laquelle on le réduit à l'état d'acide simple en le dépouillant de phlogistique.

I. On rectifie l'*acide nitreux* en le redistillant sur du nitre pur : la petite portion d'acide vitriolique touchant alors à une grande quantité de base alkaline est forcée de s'y engager, & l'*acide nitreux* monte seul; mais il faut, pour que le produit de cette rectification soit absolument pur, 1°. qu'il n'y ait point d'acide muriatique mêlé à l'*acide nitreux* qu'on veut rectifier, car le premier passeroit encore avec le second ; 2°. que le nitre ne tienne point de sel commun dont une portion seroit décomposée par l'*acide nitreux*, & fourniroit encore de l'eau régale ; 3°. que le nitre soit exempt de toute matière grasse qui occasionneroit la formation d'un peu d'acide vitriolique phlogistiqué, & par conséquent volatil : il est très-difficile de réunir toutes ces conditions.

On a proposé de purifier l'eau-forte en la distillant sur du mercure comme devant fixer en même-temps les acides vitriolique & muriatique. Je doute que l'on eût recommandé ce procédé, si on en avoit fait l'expérience, parce que le mercure étant nécessairement calciné avant que d'être dissous, le phlogistique qu'il lâche doit s'unir au moins en partie avec l'acide vitriolique, & s'élever avec lui dans le récipient, avant que l'*acide nitreux* puisse en dépouiller entièrement l'acide vitriolique. Au reste il aisé de s'assurer, par l'addition d'un peu de nitre barotique, si la liqueur du récipient ne contient réellement pas un atôme d'acide vitriolique ; alors cette méthode seroit réellement avantageuse, puisqu'elle retiendroit en même-temps les deux acides.

Jusqu'à présent on n'a pas cru devoir se borner à ces rectifications, même dans l'usage de quelques arts, & sur-tout pour le départ ; on y emploie ce qu'on appelle *eau-forte précipitée*.

Cette purification s'opère par la propriété qu'a l'argent d'attirer plus puissamment les acides vitriolique & muriatique, de former avec eux des sels très-peu solubles, qui se précipitent en conséquence presque sur-le-champ. Le plomb & le mercure s'empareroient bien aussi de ces acides, mais leurs sels étant plus solubles, il en resteroit davantage dans la liqueur.

Lorsqu'on veut précipiter l'eau-forte, on y laisse tomber quelques gouttes de dissolution nitreuse d'argent; la terre de ce métal s'unit aussi-tôt aux acides vitriolique & muriatique, la liqueur devient trouble & laiteuse à raison de l'insolubilité des sels qui se forment, elle s'éclaircit en quelques heures ; on y verse encore une goutte de la même dissolution d'argent, & on laisse déposer les sels ; on recommence cette opération jusqu'à ce qu'une nouvelle addition n'y produise plus le moindre nuage, & pour lors l'eau-forte est précipitée : on la décante avec précaution, & on trouve au fond du vase du vitriol d'argent, ou du muriate d'argent, ou un mélange de ces deux sels.

L'eau-forte ainsi précipitée sert très-bien dans les opérations d'affinage ; mais il est sûr qu'elle retient toujours une portion des sels métalliques qui peut

changer les résultats dans des expériences délicates ; c'est ce qu'a très-bien vu M. Meyer, qui recommande en conséquence de redistiller l'eau-forte ainsi précipitée pour la débarrasser de ces sels (*Essais sur la chaux*, *&c. tom. I*, *chap. 2.*). Je lui donne volontiers le nom d'*eau-forte* rectifiée à la manière *de Meyer*, parce qu'il est souvent nécessaire de déterminer le degré de pureté de l'acide qu'on a employé, & que le nom de ce Chymiste peut suppléer commodément à la description de ce procédé.

II. L'*acide nitreux*, rectifié par la méthode que je viens d'indiquer, peut être regardé comme pur dans beaucoup d'opérations & même d'expériences ; cependant il n'est encore exempt que d'acides & de sels étrangers ; il reste uni à une portion de phlogistique qui ne lui est pas essentielle, que l'on peut lui enlever, & qui se rend très-sensible dans quelques produits. Il est donc nécessaire de le priver de cette substance toutes les fois que l'on veut réduire ses effets à l'action qui lui est propre, & observer exactement les phénomènes qu'il présente lorsqu'il est dans l'état le plus simple. C'est à M. Schéele que l'on doit la manière de l'amener à ce dernier degré de pureté.

L'*acide nitreux*, pour être dans cette condition, doit être absolument sans couleur : on prend donc cet acide déja rectifié, comme je l'ai dit plus haut, suivant la méthode de Meyer, mais d'ailleurs le plus concentré qu'il est possible ; on le distille très-lentement, jusqu'à ce que ce qui reste dans la cornue soit sans couleur comme de l'eau, & donne, au moyen de la chaleur, des vapeurs blanches (*Mém. de Chymie de M. Schéele*, *édit. franç. pag. 43.*). Ce Chymiste recommande, ainsi que M. Bergman, de conserver cet acide dans des flacons dont les bouchons soient usés à l'émeri & placés à l'ombre ; les rayons du soleil suffiroient pour le jaunir, & il ne tarderoit pas à exhaler des vapeurs rousses.

La théorie de cette nouvelle rectification est facile à saisir ; à l'aide d'une très-douce chaleur la partie phlogistiquée s'élève la première en vapeur, tandis que l'autre est un peu plus fixe : il reste donc à la fin une portion d'acide entièrement privé de phlogistique, & par conséquent pur dans le sens que je viens d'indiquer. Je lui donnerai le nom d'*eau-forte de Schéele* lorsqu'il sera question de quelques phénomènes que l'*acide nitreux* ne peut produire qu'en cet état.

§. V. *De la nature & des propriétés de l'*acide nitreux.

I. Les anciens Chymistes pensoient que l'atmosphère étoit le magasin de l'*acide nitreux*, qu'il se déposoit de l'air dans les terres calcaires & autres matières alkalines qu'il trouvoit à sa portée ; ils se fondoient principalement sur ce qu'on ne trouvoit point de salpêtre dans les terres & pierres, à moins qu'elles n'eussent éprouvé pendant long-temps l'action & le contact d'un air tranquille ; mais, comme le remarquoient les savans rédacteurs du programme de l'académie en 1775, les mêmes terres & pierres qui se salpêtrent abondamment dans les habitations des hommes & des animaux ne produisent point du tout de salpêtre dans leurs carrières, lors même qu'elles s'y trouvent placées de manière qu'elles soient accessibles à l'air, précisément comme dans les maisons & autres lieux habités. L'air contribue sans doute à la production de cet acide, mais il n'est point le réceptacle ni le véhicule de l'*acide nitreux* tout formé.

Stahl a proposé un autre système : n'admettant, avec Beccher, qu'un seul acide primitif, principe de tous les autres, savoir l'acide vitriolique, il a cru que l'*acide nitreux* n'étoit que ce même acide universel transmué par son union intime avec un principe inflammable qui se séparoit des substances végétales & animales, & même de l'alkali volatil, dans la décomposition que la putréfaction leur faisoit éprouver. Ce grand Chymiste a encore avancé dans plusieurs endroits de ses ouvrages que l'acide du sel commun pouvoit aussi se transmuer en *acide nitreux* dans certaines circonstances. M. Schéele soupçonne, avec assez de vraisemblance, qu'il a pu être trompé par l'odeur d'eau régale qu'exhale l'acide muriatique déphlogistiqué (*Mém. sur la manganèse*). Au reste, l'acide muriatique n'étant lui-même dans les principes de Stahl que son acide vitriolique primitif, il n'est pas surprenant qu'il ait admis facilement qu'un acide formé de l'acide vitriolique pouvoit fournir cet élément à une nouvelle composition acide.

En 1717, Lemery le fils entreprit de prouver, dans deux mémoires imprimés dans le recueil de l'académie, que le nitre étoit un produit de la végétation, qu'il se formoit habituellement dans les plantes vivantes, d'où il passoit dans les animaux, & que si ce nitre ne se manifestoit point, sinon en très-petite quantité dans les analyses ordinaires des substances végétales & animales, c'est qu'il étoit embarrassé & masqué par les autres principes de ces mixtes, ou détruit par l'action du feu, mais que la putréfaction étoit le moyen que la nature employoit pour le développer & le séparer. Il ne manque pas de se prévaloir de l'observation de M. Ressons, qu'une grande quantité de plantes contenoit du nitre tout formé qui fusoit sur les charbons, & se manifestoit de cette manière avant la putréfaction, & même avant toute analyse. Il établit donc deux sources productives du nitre, l'une dans le règne animal, où il n'avoit guères pour base que l'alkali volatil, & qui ne se séparoit des parties huileuses que par la fermentation insensible que l'air y excitoit, l'autre dans le règne végétal, où il prenoit tout de suite la base alkaline fixe, & qui la fournissoit abondamment, même dans les lieux éloignés de l'habitation des animaux comme dans l'Inde.

M. Pietsch, dans une dissertation qui remporta

le prix de l'académie de Berlin en 1749 sur la génération du nitre, se déclara en faveur du système de Stahl; mais quoiqu'il eût annoncé qu'il n'avanceroit rien qui ne fût prouvé par des expériences, celles qu'il rapporte ne prouvent que le peu de fond que l'on doit faire sur la manière d'opérer de ce temps-là. Il crut avoir formé un vrai baume de soufre avec l'esprit de nitre & l'huile de thérebentine; l'esprit de soufre obtenu d'un mélange de nitre crud avec l'acide vitriolique lui paroit démontrer la présence de l'acide vitriolique dans le nitre; de l'existence d'un sel urineux dans le nitre crud (reconnu par l'altération du cuivre en bleu), il conclut que le principe inflammable est une des parties constitutives de l'acide du nitre; il assuroit enfin avoir retiré du véritable nitre d'un mélange d'*esprit de vitriol* & de *terre calcaire*, placé dans un vase arrosé d'*urine & de toute autre matière capable de fournir du sel volatil par la putréfaction*, & regardoit cette expérience infaillible comme une démonstration de son système, c'est-à-dire de la conversion de l'acide vitriolique en *acide nitreux*.

M. de Vannes, dans un mémoire couronné en 1766 par l'académie de Besançon, chercha à concilier les principes de Stahl, de Glauber & de Lemery. Il établit que l'*acide nitreux* étoit l'ouvrage de la végétation, que l'acide vitriolique, en passant par les filières des végétaux, s'y combinoit avec le phlogistique, & prenoit le caractère de l'*acide nitreux*. Il donna en preuve l'observation que quelques plantes, telles que les topinambous, les buglofes, & sur-tout le grand soleil, tenoient abondamment du nitre tout formé; il prétendit même que toutes les plantes en contenoient en plus ou moins grande quantité, que l'on pouvoit y découvrir en les jetant sèches sur les charbons ou en en crystallisant le suc clarifié avec addition de potasse. Le nitre, suivant cet auteur, ne se trouve dans le règne animal que parce qu'il y est porté par les alimens végétaux; les sels natifs de l'urine ne sont que du nitre déguisé, & cependant il conseilloit d'ajouter du vitriol de mars avec l'urine dans les terres destinées à la production du salpêtre.

Il est aisé de voir que de tous ces systêmes, de tous les travaux de ces Chymistes pour les établir, il reste à peine aujourd'hui quelques observations exactes qui tendent à prouver que quoique l'*acide nitreux* ne se forme réellement que dans une matrice minérale, c'est-à-dire de terre ou de pierre, cependant il tire quelque principe essentiel de la putréfaction, & que les plantes qui croissent dans les terres salpêtrées peuvent s'en charger à un certain point sans le décomposer. Les travaux des modernes qu'il me reste à faire connoitre sur ce sujet ont été plus heureux.

II. L'*acide nitreux* contient, comme partie constituante, une quantité d'air très-considérable; c'est un des faits les mieux prouvés, une des bases les plus importantes de la Chymie-physique, puisque c'est là ce qui nous a conduit à reconnoître l'air vital comme principe acidifiant commun à tous les acides. Je vais tracer en peu de mots l'histoire des progrès de cette grande découverte.

Le célèbre Hales ayant retiré par la chaleur 90 pouces cubiques d'air d'un demi-pouce cubique de nitre, en conclut que *le poids de l'air dans une quantité quelconque de nitre étoit environ une huitième partie*, & que cet air *contribuoit plus que tout le reste à sa force explosive*. Mais il n'alla pas plus loin & ne soupçonna pas que cet air pût différer en quelque chose de l'air atmosphérique. Ce physicien observa un autre phénomène qui sembloit devoir l'approcher encore plus de la décomposition de l'*acide nitreux* : en faisant des expériences sur *la pyrite de Walton*, il vit que *ce minéral, avec autant d'esprit de nitre que d'eau, produisoit de l'air qui avoit la qualité d'absorber l'air frais qu'on faisoit entrer dans le vaisseau.* (*Statique, expér. 96, append. expér. 3.*)

M. Priestley ne dissimule pas que ce fut la description de ce phénomène qui l'engagea en 1772, à faire les expériences qui l'ont conduit à la découverte de l'*air nitreux*; il n'espéroit pas d'abord qu'il fût possible de le reproduire sans employer la même pyrite; mais il essaya, par le conseil de M. Cavendish, de faire servir à sa place les métaux qui se dissolvent dans l'*acide nitreux*, & il obtint ce fluide aériforme qui a la propriété d'absorber l'air pur de l'air athmosphérique. (*Voyez* GAS NITREUX).

La découverte tout aussi importante que fit le même savant en 1774 de l'*air déphlogistiqué* que nous nommons présentement *air vital*, donna bientôt de nouvelles lumières sur la portion d'air atmosphérique qui étoit absorbée par le *gas nitreux*.

D'autre part, M. Lavoisier avoit observé qu'une quantité d'air non-renouvellé ne pouvoit servir qu'à la combustion d'une quantité limitée de phosphore, & que par l'effet de cette combustion, il y avoit constamment une absorption d'un cinquième de l'air, & une augmentation correspondante dans le poids de l'acide phosphorique. Armé de ces connoissances, ce grand Chymiste *crut entrevoir que tous les acides étoient composés en grande partie d'air, de la portion la plus pure de l'air*, il dirigea ses expériences dans la vue de vérifier cette conjecture, & publia en 1776 sa belle analyse de l'*acide nitreux*.

M. Lavoisier ayant mis dans un matras deux onces d'*acide nitreux* sur dix-sept gros de mercure, & reçu l'air qui se dégageoit pendant la dissolution dans un appareil pneumatique, il obtint cent soixante-douze pouces cubiques de gas nitreux. En continuant l'opération, après avoir changé de récipient, le sel mercuriel qui s'étoit formé donna quelques vapeurs rouges résultant de la combinaison d'un peu de *gas nitreux* qui s'élevoit encore avec l'air vital qui commençoit à se dégager, dont il

resta douze pouces cubiques d'air un peu meilleur que l'air commun ; le sel mercuriel passa alors du blanc au rouge, & le récipient pneumatique ayant été encore changé, & la dissolution continuée pendant sept heures, ce précipité rouge fournit deux cents trente-quatre pouces cubiques d'air pareil à celui qu'on retire du précipité *per se*, ou chaux de mercure par le feu, c'est-à-dire, de véritable air vital; le mercure s'étant revivifié pendant la dernière opération, sortit de cette expérience comme il y étoit entré, *sans altération ni dans sa qualité ni dans son poids.*

Considérant les douze pouces d'air commun comme le produit du mélange de vingt-quatre pouces de *gas nitreux* avec vingt-quatre pouces cubiques d'air vital ; supposant d'autre côté le poids de l'air vital = 0, 55 grains, le pouce cube & le poids d'un pouce cube de gas nitreux = 0,40, M. Lavoisier a trouvé par le calcul qu'une livre d'*acide nitreux* pareil à celui qu'il avoit employé (dont le poids étoit à celui de l'eau distillée dans le rapport de 131607 à 100000) étoit composée comme il suit :

Gas nitreux.	1 *once*	*gros*	51	*grains* $\frac{1}{4}$.
Air vital.	1	7	2	$\frac{1}{2}$.
Eau commune. . . .	13		18*	
Total.	16			

Pour qu'il ne manquât rien à la démonstration, le même savant a confirmé l'analyse par la synthèse: le gas nitreux n'est plus un acide (*Voyez* GAS NITREUX), l'air vital n'a aucune des propriétés des acides; cependant si on fait passer d'abord sous une cloche de verre remplie d'eau ou de mercure, avec quelques gouttes d'eau, 7 $\frac{1}{3}$ mesures de gas nitreux, & que l'on y introduise ensuite quatre mesures d'air vital, il y a absorption subite de $\frac{11}{14}$ de l'espace occupé par les deux fluides aériformes ; il se régénère en même-temps du véritable *acide nitreux*, très-délayé dans le premier cas, parce qu'il se mêle avec l'eau; très-concentré dans le second cas, & agissant en conséquence sur le mercure au point de reproduire du gas nitreux, si on ne retire très promptement la couche d'eau qui est devenue de l'acide fumant.

Ainsi l'*acide nitreux* est réellement régénéré dans l'eau par les deux fluides. A la vérité, lorsqu'on fait attention qu'il faut 7 $\frac{1}{3}$ parties, en volume, de *gas nitreux* pour la saturation exacte de quatre parties d'*air vital*, tandis que l'*acide nitreux* employé dans l'analyse fournit au contraire deux cents quarante-six du second pour cent quatre-vingts-seize du premier, on sent qu'il est impossible de reproduire la même quantité en recombinant les mêmes matériaux, & qu'il se trouve sur le gas nitreux un *déficit* de près de moitié:

A quoi tient cette circonstance ? M. Lavoisier avoue qu'il l'ignore : il me semble que l'on pourroit soupçonner avec assez de vraisemblance que l'action de la chaleur que l'on est obligé d'employer, soit sur la fin de la dissolution, soit lorsque le sel mercuriel est formé, suffit pour détruire une partie du principe *radical* propre à l'*acide nitreux*; nous verrons bientôt qu'il est tellement incoercible, qu'il n'a pas été possible jusqu'à présent de découvrir les moindres traces de sa destruction. Un fait qui me paroît devoir donner beaucoup de probabilité à cette explication, est l'expérience trop peu remarquée du célèbre Priestley, par laquelle il a retiré, jusqu'à six fois de suite, de l'air vital des *cailloux calcinés*,* en les arrosant de nouvel esprit de nitre. L'air vital étoit, à la vérité, précédé à chaque fois d'un peu d'air nuisible ou phlogistiqué, que M. Fontana attribue au phlogistique de l'acide resté dans les cailloux, qui me paroît venir plutôt du phlogistique apporté par le nouvel acide ; mais dans aucun temps de ces opérations il ne s'est élevé de gas nitreux. Voilà donc un cas où l'acide résout en ses parties constituantes ne donne qu'un des fluides nécessaires à sa recomposition, où il n'y a pas seulement disproportion, mais disparition totale de l'autre principe.

Il est bon d'observer que M. Lavoisier paroît n'avoir jugé l'impossibilité de la régénération complette de son acide qu'en comparant les doses que les deux fluides exigeoient pour leur saturation respective : or, ne pourroit-il pas arriver que le gas nitreux ou le *radical* qu'il contient n'eût souffert aucune perte, qu'il se retrouvât en quantité suffisante pour reconstituer la même quantité du même acide, & que ce fût la quantité d'air vital qui fût augmentée ? C'est un doute que je propose ; il n'est pas absolument impossible de le vérifier en recomposant tout l'acide que peuvent fournir les cent quatre-vingt-seize pouces cubiques de gas nitreux avec cent sept pouces cubiques de l'air vital obtenu de l'analyse ; on verra à l'article CALORIFIQUE que si l'on retrouvoit ainsi la même quantité d'acide, ce fait deviendroit une des bases les plus solides de la théorie de M. Schéele, puisque les cent trente-neuf pouces d'air vital excédans ne pourroient guères être attribués qu'à la décomposition de la matière de la chaleur pendant la revivification du mercure.

Mais, quelle que puisse être la cause de cette disproportion dans les produits de l'analyse, la recomposition de l'acide par la combinaison des deux fluides aériformes n'en est pas moins une preuve décisive de l'existence de l'air vital comme principe constituant de cet acide. Il seroit sans doute très-important de pouvoir déterminer encore la quantité précise de ce principe pour en tirer ensuite des conséquences plus certaines; les travaux que d'autres physiciens ont faits sur la décomposition du nitre même, c'est-à-dire, de l'acide engagé dans la base alkaline, me paroissent très-propres à répandre sur ce sujet quelques lumières.

M. Priestley est le premier qui ait retiré l'air vital

du nitre ; mais il ne poussa pas cette décomposition jusqu'où elle pouvoit aller, parce que, comme il le dit dans ses dernières observations, il ne lui appliqua pas un degré de chaleur suffisant.

M. Schéele, ne traitant également le nitre que pour en retirer l'air vital dont il avoit besoin, sans chercher à l'épuiser de ce fluide, n'a porté ce produit qu'à un volume égal à celui de cinquante onces d'eau pour une once de nitre.

M. Fontana a fait cette expérience sur quatre onces de nitre de quatrième crystallisation; il a entretenu le feu tant qu'il est sorti de l'air, ce qui a duré quatre heures ; il a reçu dans différens récipiens l'air qui se dégageoit, dont la quantité totale s'est trouvée de deux mille trois cents vingt pouces cubiques (*Journ. de Phys. tom. XII, p. 383*). Cet air étoit de l'air vital ou déphlogistiqué, quoiqu'il y eût quelque différence dans la qualité, & que celui du second récipient, par exemple, se trouvât bien meilleur que celui du dernier ; la matière restant dans la cornue étoit de deux onces deux gros, & il pouvoit en être resté attaché à la cornue environ un gros ou peut-être davantage.

Il paroît, par ce qu'ajoute ce célèbre physicien, que l'on peut espérer de retirer *jusqu'à sept ou huit cents pouces cubiques d'une once de nitre* par le moyen d'un feu violent; je ne m'arrête pas à cette estimation, qui peut être exagérée, comme la remarqué M. Berthollet; mais à s'en tenir à l'expérience que je viens de rapporter, il est déja aisé de voir que la somme des matières trouvées après la décomposition excède sensiblement le poids du composé soumis à l'opération. En effet, suivant l'estimation la plus rigoureuse, un pouce cubique d'air vital, à la température moyenne & le baromètre étant à vingt-huit pouces, pèse 0,47317 grains : les 2320 pouces ont donc dû peser à-peu-près 1097,75440 grains, ou une once sept gros dix-sept grains trois quarts. Or, réunissant cette quantité aux deux onces deux gros de residu trouvé dans la cornue, il y a déja un total de quatre onces un gros dix-sept grains, c'est-à-dire quatre-vingt-neuf grains au-delà du poids du nitre employé, & cela sans faire état de 1 gros de matière qui est restée adhérente à la cornue, ni de la portion d'acide qui se dégage sous sa forme naturelle & non décomposée, & qu'il porte à un huitième.

En présentant ce calcul, je suis bien éloigné de vouloir faire la critique d'un physicien à qui nous devons tant de découvertes importantes, ni même de faire suspecter des résultats qu'il paroît avoir observé plus d'une fois, & avec le plus grand soin; mon intention est seulement de faire sentir la nécessité de répéter une expérience dont les conséquences iroient beaucoup plus loin qu'on ne pense; car enfin, s'il est bien constaté qu'on retire dans cette opération plus d'air vital qu'il n'en existe dans l'*acide nitreux* employé, il faudra chercher la cause de ce phénomène, & peut-être nous ramenera-t-il par une autre route à l'hypothèse du philosophe de Kœping, sur la décomposition du calorifique. Je vais rapprocher encore sous ce point de vue les observations d'un de nos plus savans Chymistes.

M. Berthollet, qui s'étoit occupé de la décomposition du nitre, même avant M. Fontana, vient de reprendre le même travail, & a publié à ce sujet, dans le recueil de l'académie pour 1781, des expériences très-intéressantes.

« Lorsque l'opération réussit bien, dit cet académicien, je retire par once de nitre environ » cinq cents quatre-vingts pouces cubiques d'air; » si cet air est divisé en huit parties, la première » est moins pure que les suivantes, & elle trouble » l'eau de chaux ; les six parties suivantes ne m'ont » pas paru différer de l'air retiré du précipité rouge, » mais la dernière partie a moins de pureté ; elle » m'a paru tenir le milieu entre l'air très-déphlo» gistiqué & l'air atmosphérique ordinaire ».

En estimant, comme je l'ai fait ci-devant avec MM. Lavoisier & de la Place, le pouce cubique d'air vital 0,47317 grains, en négligeant l'augmentation de poids que donneroit, suivant les mêmes académiciens, la portion du premier récipient qui s'est trouvée convertie en acide méphitique (*Voyez* ACIDE MÉPHITIQUE, §. V.) & qui fait sûrement plus que compensation avec le moins de pesanteur de l'air nuisible mêlé dans le dernier récipient, je trouve que les cinq cents quatre-vingts pouces cubiques d'air obtenu pèsent 274,4386 grains. Or, si cette somme excède le poids total de l'*acide nitreux* contenu dans une once de nitre, même sans faire déduction de l'eau unie à cette acide, je serai encore dans le cas d'en conclure qu'il y a ici un produit d'air vital qui ne vient pas du nitre, qui a été fourni d'ailleurs, sans doute à la faveur de quelques-unes des parties dans lesquelles il a été résous pendant l'opération.

Il ne s'agit donc plus que de déterminer la quantité d'*acide nitreux* pur qui existe dans une once de nitre, puisqu'il est bien certain que ce n'est pas la base alkaline qui produit la moindre partie d'air vital.

Les Chymistes savent combien il est difficile que ces estimations des parties d'un composé se rapportent exactement, & combien il peut y avoir de causes & même d'accidens qui augmentent ou diminuent les résultats : pour qu'on ne me reproche pas de m'en tenir à celle qui seroit la plus favorable à mon calcul, je vais rapporter toutes celles qui ont été données jusqu'à présent.

Suivant M. Kirwan, qui a donné une application particulière à cet objet, *une* once de nitre tient 172,8 grains d'acide pur.

M. Bergman porte cette quantité à 190,08 grains.

M. Wenzel la fixe à 298,8 grains; mais il faut faire attention qu'il établit ces proportions pour le nitre fondu ou crystal minéral qui a perdu son

eau de cryſtallifation, c'eſt-à-dire, un huitième de ſon poids, ce qui réduit cette eſtimation à 261,45 grains pour le nitre ordinaire.

Enfin MM. Lavoiſier & de la Place croyent qu'une once de nitre renferme environ trois gros deux tiers ou deux cents ſoixante-quatre grains d'*acide nitreux*.

En s'arrêtant à cette dernière eſtimation, la plus forte de toutes, il eſt encore évident que M. Berthollet a retiré d'une once de nitre un volume d'air vital dont le poids excède de dix grains le poids entier de l'*acide nitreux* décompoſé. On ne ſera pas tenté d'objecter ici la petite diminution de poids de l'air vital qu'a pu occaſionner ſon expanſion à un degré de chaleur ſupérieure à celui de la température moyenne, lorſqu'on ſera attention que je ne tiens compte dans ce calcul ni de l'eau, principe de l'acide, ni de la portion de cet acide non décompoſé, qui a mis l'eau du récipient en état *de rougir foiblement* l'infuſion de tourneſol, ni enfin de la portion de nitre élevée par l'action du feu, & qui, ſuivant l'obſervation de M. Berthollet, avoit paſſé en *aiguilles* juſques dans le récipient, qui formoit une couche, à la vérité très-légère, ſur une partie de la ſurface intérieure, de même que dans le col de la cornue.

Il ne faut pas croire que cette énorme diſproportion ait échappé à M. Berthollet : ce Chymiſte a trouvé qu'une livre d'*acide nitreux* concentré formoit dix-huit onces de nitre, & comme dix-huit onces de nitre fourniſſent dix mille quatre cents quarante pouces cubiques d'air vital, il a conclu avec raiſon que le produit en poids d'air vital, à n'eſtimer le pouce cube qu'un demi-grain, ſeroit de neuf onces trente-ſix grains par livre d'acide, c'eſt-à-dire près de cinq fois autant que la quantité indiquée par le calcul que M. Lavoiſier a établi ſur ſa recompoſition. Après avoir rapproché ces calculs, il eſt bon de rappeller cette circonſtance ſi importante : ce n'eſt pas l'air vital, c'eſt le gas nitreux qui a manqué à M. Lavoiſier pour que la recompoſition abſorbât tous les produits de l'analyſe.

On verra bientôt que je n'adopte point la concluſion de M. Berthollet, que *tout* l'acide nitreux puiſſe être réduit en air vital, *qu'il n'y a guères de différence entr'eux que l'état élaſtique, que l'air doit probablement au principe de la chaleur.* Les faits que je viens de rapporter préſentent à mon avis d'autres conſéquences qui trouveront leur place ailleurs; une ſeule doit m'occuper ici : *l'air vital eſt une des parties conſtituantes de l'acide nitreux ;* ce n'eſt point un ſyſtème, c'eſt une vérité démontrée. Il s'agit maintenant de ſavoir qu'elle eſt la ſubſtance qui, par ſon union avec le principe acidifiant commun fait le caractère propre de l'*acide nitreux* ; ce qui donne lieu à deux autres queſtions dont l'examen n'eſt pas moins important.

III *Eſt-ce le gas nitreux tout entier qui entre dans la compoſition de cet acide?* Cette queſtion ne préſente aucune difficulté pour le plus grand nombre des Chymiſtes, qui admet le phlogiſtique de Stahl; elle n'en aura pas davantage pour ceux qui admettront avec nous le ſyſtème qui concilie cette théorie avec la très-belle idée de M. Crawford ſur l'exiſtence du calorifique dans l'air vital; il n'en eſt pas de même pour les Chymiſtes (s'il en eſt) qui, tirant déja des conſéquences d'une hypotheſe que M. Lavoiſier n'a lui-même donnée juſqu'à préſent que comme probable, oſeroient affirmer que la théorie du phlogiſtique eſt renverſée.

Ceux qui admettent le phlogiſtique n'héſitent pas de répondre que le gas nitreux eſt compoſé (indépendamment de la matière de la chaleur, néceſſaire ſans doute pour mettre un corps quelconque en état aériforme) de deux autres ſubſtances, ſavoir, le phlogiſtique du métal diſſous, & la baſe acidifiable ou principe *radical* nitreux ; que le phlogiſtique & l'air vital ne ſe rencontrant que pour mettre en jeu une affinité qui décompoſe le dernier, il eſt impoſſible qu'ils co-exiſtent eſſentiellement dans l'*acide nitreux* pur; que dès-lors il n'y a que le radical nitreux qui entre en combinaiſon avec l'air vital principe acidifiant pour régénérer l'acide; que l'effervescence, la chaleur, la couleur rouge qu'occaſionne le mêlange des deux fluides atteſtent la décompoſition réciproque.

Remarquons que cette explication a déja l'avantage de n'emprunter d'autres ſuppoſitions, d'autres principes que ces vérités auxquelles nous ſommes perpétuellement ramenés par tous les phénomènes chymiques, qui nous font voir dans tous les acides, dans tous les métaux, dans tous les ſoufres, un radical particulier, mais aſſujetti à une marche analogue & conſtante, ſuivant laquelle il ne quitte l'air vital que pour s'unir au phlogiſtique & réciproquement, de ſorte que nous ne l'obtenons jamais que combiné avec l'un ou avec l'autre.

On ne s'attend pas ſans doute à trouver ici les preuves réunies de l'exiſtence du phlogiſtique, mais ſans perdre de vue le ſujet de cet article, je puis en offrir deux qui paroîtront aſſez déciſives.

1°. J'ai déja remarqué, avec M. Prieſtley, qu'en traitant au feu l'*acide nitreux* avec les cailloux calcinés, on obtenoit de l'air vital & point de gas nitreux; il ſuffit au contraire de verſer cet acide ſur un métal pour obtenir ſur-le-champ du gas nitreux. Dans les deux cas l'acide eſt décompoſé, & cependant les produits de l'analyſe ſont différens : il y a donc une des parties compoſantes qui, dans l'une des opérations, eſt modifiée par ſa combinaiſon avec une autre ſubſtance; cette matière n'a pu être fournie que par celui des corps qui a ſubi une altération dans l'opération, & puiſque cela ne convient qu'au métal, il ſuit évidemment que c'eſt lui qui a fourni le principe néceſſaire à cette modification. Si j'avois mis à la place du premier cas l'opération ſur le nitre même, on auroit pu dire que l'autre partie conſtituante de l'acide reſtoit unie à l'alkali, à la manière des hépars, quoiqu'il ſoit facile de prouver que c'eſt alors de l'*acide nitreux* phlogiſtiqué, & non du gas nitreux pur qui forme

te sel triple; mais il n'est pas moyen d'appliquer cette supposition à la terre vitrifiable, qui n'éprouve aucun changement dans ses propriétés, & qui auroit toujours moins d'affinité que la terre métallique avec le radical nitreux, si cette dernière ne lui cédoit réellement un principe dont il est plus avide, & avec lequel il s'élève en état de fluide gaseux.

2°. Je tire la seconde preuve du beau travail de M. Kirwan, par lequel ce célèbre physicien démontre non-seulement l'existence du phlogistique dans le gas nitreux, mais encore détermine la quantité en poids de ce principe. On sait déja qu'il le regarde comme identique avec le gas inflammable pur. Je réduirai toutes les quantités aux *mesures & poids de France*, pour que l'on puisse suivre plus facilement ces calculs.

100 grains de limaille de fer donnent, pendant leur dissolution dans l'acide vitriolique délayé, 130,5 pouces cubiques de gas inflammable qui pèsent 4,46 grains, le thermomètre étant entre dix & douze degrés au-dessus de zéro, & le baromètre à 29,5 pouces anglois, ou vingt-sept pouces 11,52 lignes de France.

D'autre part, 100 grains de fer donnent, pendant leur dissolution dans l'*acide nitreux* pur 70,78 pouces cubiques de gas nitreux pesant 27,534 grains, & le fer se trouve réduit au même état de calcination que s'il eût été attaqué par un autre acide; ce métal a donc éprouvé la même perte de la même matière, & cette matière doit se trouver comme partie composante du nouveau gas que l'on recueille ici à la place du gas inflammable, & qui, quoique d'un moindre volume, est en effet beaucoup plus considérable en poids.

Ce n'est pas assez de dire que le métal se trouve réduit au même point de calcination, on sait que l'*acide nitreux* enlève aux métaux, plus complettement que les autres acides, le principe qui leur donne la forme métallique; & M. Kirwan a éprouvé que 100 grains de vitriol de mars, calciné au point de n'avoir plus de saveur, donnoient encore, avec l'*acide nitreux*, 2,63 pouces cubiques de gas nitreux. Or, en évaluant dans la même proportion la quantité de matière que l'*acide nitreux* a pris de plus au métal, on voit que les 70,78 pouces cubiques de gas nitreux ont dû contenir 5,48 de phlogistique.

Ainsi, suivant ce calcul, que l'on peut regarder comme exact à l'évaluation près de la petite quantité qui peut rester dans la chaux métallique, 100 pouces cubiques de gas nitreux pesant 38,9 grains sont composés de 6,53 grains de phlogistique, & de 32,37 grains de ce que j'ai cru devoir nommer le *radical* nitreux, ou, ce qui est la même chose, 100 grains de ce gas contiennent 16,792 grains de phlogistique & 83,208 de radical nitreux.

J'avoue que je n'imagine même pas ce que l'on peut mettre à la place d'une explication qui se relie si bien avec tous les faits, ni comment ceux qui nient l'existence du phlogistique de Stahl peuvent rendre raison de tous ces phénomènes, sans admettre un être quelconque qui fournisse la matière du gas inflammable dans la dissolution vitriolique, qui, dans la dissolution nitreuse, modifie la base acidifiable de l'*acide nitreux*, qui ne la modifie de telle manière que quand la décomposition s'opère par une certaine espèce de corps qu'elle rend analogues; qui, dans la régénération de cet acide, détermine une sorte de combustion, une affinité de décomposition de l'air vital. Si on est obligé d'appeller à son secours un être matériel pour produire ces effets, que l'on lui donne les noms de principe combustible, de principe métallisant, de gas inflammable, ou tel autre que l'on voudra, ce n'est plus qu'une question de mots.

Concluons donc que le gas nitreux est un véritable soufre nitreux, qu'il ne sert à former cet acide que comme le soufre vitriolique sert à former l'acide vitriolique, comme les soufres phosphorique, arsenical, &c. servent à former les acides phosphorique & arsenical par une combustion plus ou moins visible; que de même que dans toute combustion, il y a ici nécessairement échange de base, fixation d'une partie d'air vital, dégagement du phlogistique, & par conséquent que le gas nitreux n'entre pas tout entier dans la régénération de cet acide.

IV. *Quelle est* maintenant *cette substance qui dans le gas nitreux se trouve unie au phlogistique?* On a déja remarqué qu'il y avoit des corps que nous ne connoissions que par les compositions dans lesquelles ils entroient & les propriétés qu'ils leur donnoient, que nous ne pouvions recueillir séparés de tout autre corps, & qui, quand nous parviendrions à les isoler, seroient encore pour nous des élémens chymiques. Cette vérité s'applique sur-tout aux principes radicaux des acides & des métaux; il semble donc que nous n'ayons qu'à répéter ici ce que nous avons dit des autres principes absolument analogues, que c'est une substance propre, de son genre, formant tel acide avec l'air vital, tel soufre avec le phlogistique : voilà en effet tout ce que nous savons des radicaux des acides, & il est raisonnable de s'arrêter où finit la lumière.

Cependant notre curiosité s'obstine à pénétrer plus avant par rapport au radical nitreux, & il faut avouer qu'elle est excitée par deux puissans motifs: d'une part, on cherche à comprendre comment ce principe matériel paroît s'anéantir dans l'explosion sans laisser aucunes traces sensibles ni de lui, ni de ses propriétés; d'autre part, le nitre est devenu un objet de consommation, & on a jugé que pour augmenter à volonté la production de ce sel, il falloit acquérir une pleine connoissance des parties constituantes de son acide. Voyons donc jusqu'à quel point ont réussi les recherches qui ont été faites dans ces vues.

Les premiers Chymistes qui ont donné quelque attention à l'opération du CLYSSUS de nitre (*Voyez*

ce mot.) n'y cherchoient que la preuve de l'opinion où ils étoient que le principe salin essentiel se résolvoit en eau & en terre, & ils croyoient l'avoir obtenu, parce qu'ils trouvoient une vapeur aqueuse dans les récipiens adaptés aux vaisseaux dans lesquels ils avoient fait détonner le nitre, & que le résidu alkalin laissoit séparer un peu de terre par l'élixation, ce qui ne paroîtra pas étonnant, sur-tout lorsqu'on fera attention que ces détonnations se faisoient ordinairement dans des cornues de grès.

M. Macquer avoit bien senti la nécessité de répéter cette opération de manière à recueillir plus exactement les débris, il desiroit particulièrement que l'on appliquât les appareils pour recueillir les gas.

M. Priestley est le premier qui s'en soit occupé: il fit détonner du nitre, soit avec le soufre, soit avec le charbon; l'air produit par le clyssus avec le soufre contenoit un vingtième d'acide méphitique ou air fixe, troublant l'eau de chaux, le reste étoit de l'air phlogistiqué; l'air produit par le clyssus avec le charbon contenoit seulement un vingtième d'air fixe, le reste étoit de l'air très-peu phlogistiqué.

M. Wenzel a aussi donné une attention particulière à cet objet dans son traité des affinités publié en allemand en 1782; il décrit de la manière suivante le résultat de ses expériences.

« On fit détonner peu à peu deux onces (*poids » de Nuremberg ou 1022 grains de France*) de nitre » dans un vaisseau rougi, garni d'un chapiteau tu- » bulé, on adapta au bec deux ballons enfilés, » & au dernier un siphon de verre engagé sous » un récipient rempli d'eau de chaux; on vit dès » le commencement de l'opération l'eau de chaux » se troubler; on trouva dans les deux ballons de » l'alkali volatil avec environ 92,44 grains d'eau, » il resta au fond de la curbubite 595,119 grains » d'alkali fixe, & de cet alkali on pouvoit dégager » par un acide 163,25 grains de gas acide méphi- » tique, indépendamment de celui qui remplissoit » les ballons, & de celui qui avoit précipité la » chaux ».

Je ne m'arrêterai pas à la conséquence qu'en tire ce célèbre Chymiste, que l'*acide nitreux* contient de l'air fixe ou acide méphitique, j'ai suffisamment établi ailleurs que ce gas acide se formoit lui-même de l'air vital (*Voyez* ACIDE MÉPHITIQUE), & s'il en étoit besoin, ce qui me reste à dire en fourniroit de nouvelles preuves bien décisives.

Si on applique le calcul à l'opération de M. Wenzel, on voit qu'en déduisant du poids total du nitre l'eau & l'alkali dans son état caustique, il reste précisément 497,62 grains pour le poids des gas & des matières qui n'ont pas laissé de résidu sensible: or, en supposant, d'après l'expérience de M. Berthollet, que 576 grains de nitre donnent en effet 580 pouces cubiques d'air vital, lorsque ce sel est décomposé sans intermède phlogistique, les 1022 grains ont dû donner 1029,097 pouces, c'est-à-dire, suivant l'évaluation en poids que nous avons donnée précédemment, 486,937 grains; d'où il résulte que, même en ne tenant point compte de l'air nuisible ou phlogistiqué, ni de l'acide méphitique qu'a dû fournir le charbon, il y a encore dans cette opération 10,685 grains de matière qui ont disparu, à la différence de celle de M. Berthollet, où il y a accroissement; n'est-ce pas parce que la détonnation s'est faite ici par le phlogistique du charbon, sans avoir besoin de décomposer la matière de la chaleur? Je ne vois pas qu'on puisse en assigner une autre cause.

M. Wenzel n'ayant pas indiqué le poids de l'alkali volatil, il y a lieu de penser ou qu'il étoit en trop petite quantité pour le déterminer, ou qu'il a été compris avec celui de la liqueur des récipiens, & qu'il s'est seulement manifesté par l'odeur qui lui est propre: mais cette observation d'un Chymiste très-exact n'en est pas moins importante, puisqu'elle fournit par l'analyse une preuve de ce que la synthèse fait naturellement soupçonner, que l'alkali volatil des matières en putréfaction peut entrer comme partie constituante dans la composition du radical nitreux. MM. Schéele & Bergman ayant bien prouvé que l'alkali volatil se résolvoit lui-même en un gas particulier lorsqu'il étoit forcé de céder son phlogistique aux substances qui l'attirent puissamment, telles que les chaux d'or, de mercure, de manganèse, il est très-probable qu'il est en effet décomposé dans la plupart des détonnations par l'affinité de l'air vital à l'aide de la chaleur; que son phlogistique contribue à la conversion de cet air en acide méphitique, ou du moins en air nuisible; que c'est pour cela qu'on ne l'obtient pas en nature, & que celui qu'a trouvé M. Wenzel n'avoit échappé à cette décomposition qu'à la faveur des circonstances de son opération, & parce que l'air vital du nitre trouvoit dans la matière charbonneuse du phlogistique plus facile à saisir.

Les Chymistes qui sont assez avancés pour sentir toutes les difficultés, tout l'intérêt de ces recherches, ne seront point étonnés de me voir insister sur ces probabilités; ils savent que l'on n'aura une analyse complette de l'*acide nitreux* que lorsqu'on connoîtra la substance qui le caractérise essentiellement *acide nitreux*, qui soit par conséquent distincte de l'air vital, du phlogistique, du calorifique, puisque celles-ci entrent aussi dans la composition des autres acides, & qu'il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, de se persuader qu'une simple différence dans les proportions puisse produire des propriétés aussi invariables, qui subsistent jusqu'à l'entière désunion des principes, & ne laissent jamais appercevoir aucunes traces de passage à une autre espèce du même genre.

M. Berthollet a lui même donné une application particulière aux phénomènes de la détonnation du nitre; le volume de l'académie de 1781, dans

lequel son mémoire doit être publié n'a point encore paru au moment où j'écris ; mais je dois à l'attention bien flatteuse de ce savant de me l'avoir communiqué. Il a essayé la détonnation du nitre mêlé en différentes quantités avec le charbon, le soufre & les métaux imparfaits ; il en a recueilli & examiné les produits & les résidus : on sent de quelle importance ces expériences doivent être pour notre sujet.

Le charbon dont s'est servi M. Berthollet avoit été exposé d'avance à une chaleur capable de dégager tous les fluides aériformes qu'il peut fournir en vaisseaux clos, opération dans laquelle il perd un quart de son poids, en conservant d'ailleurs toutes ses propriétés. *Voyez* CHARBON.

Ayant mis trois grains de ce charbon avec un gros de nitre dans une petite cornue de grès adaptée à un appareil pneumatique, il se fit une légère explosion, le gas qui se dégagea dans les premiers instans contenoit un peu d'acide méphitique, c'étoit pour la plus grande partie de l'air qui avoit à-peu-près le degré de pureté de l'air atmosphérique ; celui qui se dégagea sur la fin étoit plus pur.

Six grains de ce charbon ont produit une quantité assez considérable d'acide méphitique; le reste étoit de l'air d'une foible qualité qui paroissoit presque tout converti en air nuisible ou phlogistiqué.

M. Berthollet a remarqué qu'à la dose de six grains de charbon il y a une détonnation accompagnée d'une petite flamme, & qu'en augmentant un peu la quantité de charbon, la flamme & la détonnation étoient beaucoup plus considérables. D'après cela, il vit la nécessité de changer son appareil; il y substitua un canon de fusil, auquel il adapta une vessie vuide ; & ayant fait entrer dans le mélange une plus grande quantité de charbon, il reconnut que la détonnation chassoit toujours une partie du nitre & du charbon, sans qu'ils eussent éprouvé de décomposition ; le gas qui se dégagea étoit environ un tiers d'acide méphitique, le reste étoit de l'air phlogistiqué, *jamais il ne parut de gas nitreux.*

La poudre à tirer a donné les mêmes produits ; seulement la quantité de gas a toujours été plus considérable, ce que M. Berthollet croit devoir attribuer à la décomposition plus instantanée du nitre occasionnée par l'action de l'acide sur l'alkali. M. Wenzel en donne une autre raison qui paroîtra peut-être plus directe, ou du moins qui s'applique plus nécessairement à une partie de l'effet, c'est que l'alkali restant dans un état de combinaison avec l'acide vitriolique ou le soufre, ne peut fixer une portion de gas.

Ayant reconnu, après plusieurs épreuves, que la quantité de soufre qui décomposoit entiérement le nitre sans faire explosion, étoit le quart de son poids, M. Berthollet distilla deux gros de nitre avec un demi gros de fleurs de soufre ; il retira environ quatre-vingt-six pouces cubiques de gas nitreux, à quoi ajoutant quatre pouces cubiques pour la portion qui avoit pu être absorbée par l'air de l'appareil & par l'eau, la somme totale pouvoit être évaluée à quatre-vingt-dix pouces cubiques, c'est-à-dire, suivant l'estimation indiquée jusqu'à présent comme la plus exacte, 35,01 grains.

En augmentant la proportion de soufre, il y a de petites détonnations, & on retire moins de gas nitreux.

Enfin M. Berthollet a fait détonner le nitre avec les substances métalliques, & il a éprouvé ici des différences bien importantes.

Il a distillé une demi once de nitre, & autant de chaux d'arsenic, & il a retiré à-peu-près autant de gas nitreux que de deux gros de nitre & un demi gros de fleurs de soufre; il ne s'est sublimé qu'une petite portion d'arsenic, & l'eau du récipient contenoit de l'*acide nitreux.*

Le mêlange d'une demi once de nitre avec une demi once de limaille d'acier lui a donné environ 375 pouces cubiques de gas ; les premières portions n'ont pas troublé sensiblement l'eau de chaux, c'étoit de l'air pareil à l'air commun, les dernières portions se rapprochoient plus de l'air vital, il n'y a eu *aucun indice de gas nitreux*; il a fallu, dans le commencement, moins de chaleur que lorsque le nitre étoit seul ; le résidu a fait effervescence avec les acides. N'oublions pas de remarquer ici en passant une confirmation bien précise de ce que j'ai dit plus haut d'une production de fluide aériforme qui excède en poids la quantité que l'on peut supposer préexistante dans le nitre : une demie once ne peut donner, suivant M. Berthollet, que 290 pouces cubes ou 118,6 grains d'air vital ; or, voilà 375 pouces cubes d'air un peu meilleur que l'air commun qui, en observant la différence de poids, doit peser encore au moins 141 grains, c'est-à-dire 22,4 grains de plus, non compris la portion qui a contribué à former l'acide méphitique uni à l'alkali dans ce procédé, & dont il n'est pas question dans la decomposition du nitre seul.

L'expérience répétée avec un mêlange à parties égales de nitre, a donné à une moindre chaleur, de l'air nuisible ou phlogistiqué, mêlé à très-peu d'air pur ; le résidu alkalin faisoit grande effervescence, mais toujours *pas la plus petite odeur de gas nitreux.* La détonnation de quatre gros de limaille, & deux gros de nitre a produit du gas qui s'est absorbé dans l'eau de chaux & l'a précipitée.

Le mêlange de deux gros de nitre avec un gros de zinc a fourni, pendant la détonnation, un gas qui, reçu dans un appareil tenant trois à quatre pintes d'eau de chaux, l'a entiérement troublée; la portion non absorbée étoit de l'air commun foible.

Le mêlange d'une once de limaille de cuivre avec une demi once de nitre n'a pas détonné ; la première portion de gas qui s'est dégagée à une chaleur médiocre a été absorbée en grande partie par l'eau de chaux, le reste étoit de l'air commun

foible ; la seconde portion étoit de même nature, la troisième, de l'air phlogistiqué.

Le nitre mêlé à *demi-partie* d'étain a donné de l'air vital peu différent de celui qu'on retire du nitre seul, avec *partie égale* d'étain, de l'air à-peu-près pareil à l'air commun ; avec *deux parties* d'étain, il y a eu vive détonnation, flamme brillante ; l'étain s'est dispersé en poudre blanche, le produit gaseux ne contenoit que très-peu d'acide méphitique, beaucoup d'air phlogistiqué & un peu d'air commun.

Le passage de la décomposition simple du nitre à l'inflammation & à la détonnation est, comme le dit ce savant académicien, une circonstance très-propre à faire connoître ce qui se passe dans ces opérations, & c'est sans contredit avoir saisi un point de vue aussi neuf qu'utile, que d'avoir fait ces premiers essais pour déterminer le terme précis auquel l'inflammation commence, suivant la nature & les doses des matières employées dans ces clussys. Il rend raison de cette inflammation, en disant qu'*il se dégage alors trop de phlogistique pour que le gas nitreux le prenne en entier dans sa combinaison ; que s'en trouvant surchargé, il s'enflamme, & qu'il est décomposé par cette déflagration* : il ajoute que *s'il étoit possible de recueillir les produits, lorsqu'une plus grande partie de soufre détonne avec le nitre, on ne retrouveroit sans doute plus de gas nitreux, mais de l'acide sulfureux.*

Il est bien évident que toutes les fois que l'on ne trouve plus le gas nitreux, il a été détruit, ou plutôt le radical nitreux qui le constitue tel par une vraie combustion; il est certain encore qu'elle est déterminée par l'excès de phlogistique : mais est-il bien décidé que ce soit le phlogistique qui s'enflamme ? Quoique je sois d'accord avec tous les Stahliens sur tous les principaux points de leur doctrine, je ne crois pas que l'on puisse se contenter aujourd'hui de cette raison ; car si le gas nitreux ne peut être détruit que par combustion, si la combustion n'a lieu que par le phlogistique des mélanges, que devient donc le radical nitreux, & pourquoi n'en recueille-t-on point quand on traite le nitre seul à la distillation ? Pourquoi n'en obtient-on *jamais* dans le clyssus avec le charbon, avec le fer, &c ? Je ne vois qu'une manière d'expliquer ces phénomènes, & qui nous ramène à l'hypothèse de M. Crawford, à celle de M. Lavoisier, réconciliée avec le phlogistique de Stahl, ainsi que le docteur Elliot en a fait un des premiers l'application à la détonnation du nitre, pour expliquer la chaleur qu'elle produit. (*Elements of the branches of natural phylosophy.*)

Il me paroît donc que le phlogistique des mélanges ne produit l'inflammation que par l'affinité qu'il exerce sur l'air vital, principe acidifiant, & dont la décomposition met en liberté une grande quantité de calorifique ou matière de la chaleur : quand on n'a mêlé au nitre que peu de phlogistique, il ne se dégage à-la-fois que la quantité de chaleur nécessaire pour mettre le radical nitreux phlogistiqué en état de gas nitreux ; quand on mêle au nitre beaucoup de phlogistique, la chaleur produite instantanément atteint le degré que nous nommons inflammation, & qui détruit le radical nitreux.

Mais ce radical est aussi détruit dans la distillation du nitre seul ; il l'est, comme nous l'a fait voir M. Berthollet, dans la décomposition simple du nitre par le charbon à petite dose, de même que par le fer, le cuivre & l'étain : je dis, *dans le premier cas*, que c'est la chaleur du dehors, celle qu'on applique aux vaisseaux qui consume le radical nitreux, ou, pour parler plus chymiquement, qui le résout en ses élémens incoercibles, pendant la décomposition du nitre, & tandis qu'il est encore retenu par son adhésion à la base alkaline ; décomposition qui ne s'opère elle-même que par le phlogistique de la chaleur ; aussi exige-t-elle un feu bien plus violent ; aussi fournit-elle une portion d'air vital qui ne paroit plus appartenir à l'analyse du nitre, & dont la production est si favorable à l'hypothèse de M. Schéele.

Je dis, *dans le second cas*, que comme il n'y a incontestablement d'autre différence dans la décomposition simple du nitre par le charbon ou par le soufre, que celle qu'y apporte la nature propre de ces matières phlogistiques, c'est dans cette différence qu'il faut trouver la raison des produits différens : or, étant bien démontré que le nitre peut être décomposé par le phlogistique sans inflammation & sans qu'on recueille du gas nitreux, j'en conclus que le phlogistique seul n'est pas un moyen suffisant d'analyse du nitre dans le procédé dont il s'agit, & qu'il faut encore avec le phlogistique une substance capable de dégager de la base alkaline le radical nitreux presque subitement, ou du moins avant qu'il y ait éprouvé une chaleur capable de le détruire ; c'est précisément ce qui ne se rencontre point dans le charbon, même en y admettant l'acide méphitique tout formé, puisqu'il ne décompose pas le nitre phlogistiqué, puisque ses affinités sont si foibles par la voie sèche ; c'est ce qui ne se rencontre pas non plus dans les chaux de fer, de cuivre, d'étain, qui n'ont pas un caractère acide assez marqué, qui n'agissent par conséquent que foiblement sur la base alkaline ; cette substance au contraire existe manifestement dans le soufre & dans la chaux arsenicale : les effets correspondent donc parfaitement avec l'explication proposée, & on voit assez clairement pourquoi le charbon & les autres métaux ne donnent *jamais* de gas nitreux en décomposant le nitre par la voie sèche, quoiqu'il soit bien certain qu'ils en donnent par la voie humide avec l'*acide nitreux.*

Lorsqu'on considère séparément ces questions, on ne peut disconvenir que les travaux des modernes n'aient déja répandu de grandes lumières sur ce sujet ; mais lorsqu'on veut en rassembler les rayons pour définir le principe qui caractérise l'*acide*

nitreux, on ne tarde pas à s'appercevoir que l'élément essentiel de cette composition est encore dans les ténèbres : tout ce que que l'on peut conclure de ce qui précède, c'est que le radical nitreux est une substance qui a la propriété de s'unir au phlogistique & à l'air vital, qu'elle ne quitte l'un que pour s'unir à l'autre, qu'elle se détruit à un certain degré de chaleur & se résout en élémens insensibles, qu'elle se rapproche par ce caractère des matières organisées, dont elle tire probablement son origine, & peut-être qu'elle admet l'alkali volatil dans sa composition. Ce dernier fait, qui a été apperçu par M. Wenzel, me paroît mériter l'attention des Chymistes, d'autant plus que M. Schéele a fait voir que l'alkali volatil se résolvoit lui-même en gas (*Voyez* ALKALI VOLATIL). Je ne suis pas étonné que M. Berthollet n'en ait pas fait mention, le but de ses expériences le forçoit d'opérer sur des quantités trop foibles pour que ce produit se rendît sensible.

Puisque les recherches par la voie d'analyse n'ont pu jusqu'à présent satisfaire complettement notre curiosité, voyons si celles qui ont été dirigées par synthèse ou dans la vue de produire l'*acide nitreux* ont été plus heureuses.

Tel étoit sans doute l'objet que devoient se proposer les aspirans au prix de l'académie, puisqu'il étoit d'ailleurs suffisamment acquis, comme nous l'avons vu, que l'air vital entroit matériellement dans la composition de l'*acide nitreux*, & que pour se rendre maître de hâter sa production, il ne restoit plus qu'à déterminer la nature de l'autre partie constituante. Le mémoire couronné n'est encore connu que par un extrait; je vais en tirer ce qui a trait à la question.

« On savoit depuis long-temps que le salpêtre » ne pouvoit se former sans le contact de l'air, » & d'un autre côté, que la *fermentation putride* » des matières végétales & animales favorisoit sa » formation ». (*Extrait du mémoire de M. Thouvenel, &c.*)

M. Thouvenel a mis dans différens vases de l'air dégagé des matières en putréfaction avec les divers fluides aériformes, il a placé dans ces vaisseaux des alkalis & des terres, dans la vue de fixer par leur moyen les particules d'*acide nitreux* qui pourroient se former, & il a observé,

1°. Qu'au bout de quelques mois il y a eu du salpêtre dans l'appareil contenant le mélange d'air vital ou atmosphérique avec l'air dégagé des matières qui se putréfioient, & qu'il ne s'en est formé que dans ce seul mélange.

2°. Que la craie exposée dans ce mélange a constamment donné du salpêtre, que les autres terres solubles & les alkalis en donnent rarement.

3°. Que le sang est de toutes les matières animales celle qui fournit le plus long-temps & le plus abondamment l'espèce d'air propre à la formation du salpêtre, que l'urine n'est bonne que dans les derniers temps.

Kunckel, Vieussens & Homberg avoient déja remarqué que le sang putréfié, desséché & exposé à l'air donnoit du nitre. Juncker rapporte ainsi le procédé de Kunckel : « Il faisoit putréfier du sang » jusqu'à ce qu'il fut reduit en terre, il le lessivoit, il faisoit évaporer la lessive jusqu'à pellicule, & il obtenoit des crystaux de vrai nitre. » 100 livres de sang lui ont donné un peu plus » de cinq livres de nitre ».

Mais l'expérience la plus simple, la plus directe, & qui mérite le plus de confiance, est celle qui a été faite par MM. les commissaires de l'académie, & qui est décrite dans l'extrait du mémoire de M. Thouvenel, en ces termes :

« Ils ont mis de la craie, préalablement bien » lessivée à l'eau bouillante, dans des paniers à » claire voie, qu'ils ont exposés à la vapeur du » sang de bœuf en putréfaction. Il y avoit environ deux pieds de distance entre la surface du » sang de bœuf & la craie, & cette dernière étoit » suspendue de manière que le salpêtre n'y pouvoit parvenir par voie de communication. Au » bout de quelques mois la craie s'est trouvé contenir quatre ou cinq onces de salpêtre par » quintal ».

Les savans académiciens sont donc fondés à conclure *que l'acide nitreux se forme en vapeurs par la réunion des deux airs*, c'est-à-dire de l'air vital & de l'air putride; *que dès qu'il est formé, il est saisi par la terre calcaire qui se trouve à sa proximité*, pourvu que ces matières soient dans *un milieu stagnant & tranquille, dans lequel l'air se renouvelle, mais lentement & peu à peu.*

Les expériences que j'ai faites moi-même pendant plusieurs années sur la nitrification, me mettent dans le cas d'appuyer sur cette conséquence, que le sang a un grand avantage sur les autres matières animales pour en hâter les produits; celle que je vais rapporter suffira pour en faire juger.

J'ai mis dans un très-grand bocal de verre quatre onces de chair de bœuf maigre & coupée en morceaux. Dans ce bocal, j'en ai enfermé un autre beaucoup plus petit rempli à moitié de chaux éteinte à l'air, légérement humectée; le grand bocal a été bouché avec du liège trempé dans la cire; ce liège étoit traversé par deux tuyaux au bout desquels étoient attachées en dehors du bocal deux très-grosses vessies, l'une vuide, l'autre remplie d'air commun. Par le moyen de ces deux vessies, & en les pressant alternativement, je communiquois de temps en temps un peu de mouvement aux fluides aériformes renfermés dans cet appareil, qui devenoit par-là très-propre à conserver tous les produits, tous les résidus des produits, & sur-tout à prévenir tous les accidens qui auroient pu induire en erreur sur la manière dont la nature compose réellement l'*acide nitreux*.

La putréfaction s'est faite presque aussi promptement & de la même manière que si le bocal eût été découvert (cette expérience fut faite au mois de juin); au bout de quelques jours la chair étoit dans un état de dissolution sanieuse, verdâtre, dont l'odeur très-fétide transpiroit à travers les pores des deux vessies lorsqu'on les exprimoit.

Environ trois mois après, les deux vessies furent attaquées par les rats, & même coupées près des tuyaux sur lesquels elles étoient attachées; d'autres occupations ne m'ayant pas permis pour lors d'examiner l'état des matières, cet appareil est resté cinq ans & demi dans cet état sur une planche, dans une chambre non-habitée, dont les fenêtres étoient au nord. Au bout de ce temps, j'ouvris l'appareil, la partie inférieure du bouchon étoit couverte d'une légère moisissure blanchâtre, la chair baignoit encore dans une liqueur ichoreuse dont l'odeur n'étoit plus que fade; l'air ayant dû se renouveller, du moins à un certain point, dans l'intérieur, à la faveur des deux tuyaux ouverts, ne fut-ce que par les alternatives de raréfaction & de condensation, j'étois très-persuadé que la terre calcaire seroit imprégnée de quelque peu de nitre; je la fis bouillir dans l'eau distillée, & la lessive filtrée ne donna à l'évaporation qu'un peu de terre calcaire qui n'attira pas même l'humidité de l'air, & qui provenoit d'une portion de chaux vive qui reste toujours dans la chaux éteinte, quelque temps qu'on l'expose à l'air, quelque précaution qu'on prenne pour en mettre toutes les parties en contact avec ce fluide.

J'imaginai pour lors de jeter de la craie lessivée dans la liqueur du grand bocal, pour essayer si cette matière animale putréfiée à la longue jusqu'au point de ne plus donner que l'odeur fade, recéleroit encore le principe radical nitreux, & si elle seroit disposée à le transmettre plus instantanément à la terre calcaire; je la lessivai sur-le-champ avec de l'eau tiède, mais la lessive évaporée ne laissa qu'une matière extractive jaunâtre, qui une fois desséchée, n'attira pas même l'humidité de l'air.

A côté de l'appareil qui vient d'être décrit, j'avois placé dans les mêmes vues sept grands bocaux remplis de différens fluides aériformes, dans chacun desquels j'avois suspendu une once de pareille chair maigre de bœuf, qui, ayant été couverts d'une vessie mouillée bien ficelée, n'ont été de même ouverts qu'après plus de cinq ans; j'extrairai ici, en peu de mots, de mes observations, ce qui peut être susceptible de quelque application utile.

Dans l'air vital, l'odeur putride a subsisté plus long-temps, ou du moins s'est rendue plus sensible à travers la vessie que dans tous les autres fluides; elle étoit encore très-forte après deux mois, tandis qu'à la réserve du bocal plein d'air commun, il ne s'exhaloit presque plus rien des autres.

L'once de chair s'est trouvé réduite, savoir:

Dans l'air vital, à	136 grains.
Dans l'air commun, à	149
Dans le gas acide méphitique, à . .	157
Dans le gas inflammable, à	163
Dans le gas nitreux, à	155
Dans le gas ammoniacal, à	242
Dans le gas putride, à	168

On voit que l'air vital & l'air commun ont ici un avantage bien sensible, & même dans des proportions qui peuvent correspondre à leur nature déterminée par d'autres propriétés; ce qui est d'autant plus remarquable, que la putréfaction ne pouvoit s'opérer que par l'air lui-même, chargé seulement du peu d'humidité qui étoit resté dans les bocaux en transvasant les gas, ou qui avoit pu y être porté par les vessies, & que tous les appareils étoient à cet égard dans la même condition.

A l'ouverture des appareils, toutes ces chairs ont encore donné un peu d'odeur, à l'exception de celle qui avoit été mise dans le gas nitreux; celle de l'acide méphitique étoit la plus fétide, ensuite celle du gas inflammable, ensuite celle de l'air commun.

Toutes ces chairs étoient sèches, & tirant plus ou moins au noir; la plus avancée vers cette couleur étoit celle de l'*air vital*, sur laquelle on remarquoit de petits points jaunâtres irréguliers qui avoient une apparence saline; celle de l'*air commun* étoit beaucoup plus rouge & couverte seulement de petits tubercules blancs; dans le gas inflammable, elle étoit devenue plus noire & présentoit les mêmes points blancs; dans l'acide méphitique ces points blancs étoient accompagnés d'une moisissure plus sensible, ainsi que dans le gas ammoniacal & dans le gas putride; les chairs de ces derniers différoient néanmoins en ce qu'elles paroissoient sur les bords comme une gomme jaunâtre demi transparente.

L'humidité qui dans tous les bocaux s'étoit rassemblée au fond, avoit pris dans les premiers jours une nuance rougeâtre dans l'air vital, jaunâtre dans la plupart des autres vaisseaux, excepté dans celui du gas putride, où la chair se conserva manifestement le plus long-temps sans altération. Lors de l'ouverture, elle ne formoit qu'une tache de même couleur plus ou moins épaisse, & de consistance d'extrait presque sec. Le bocal du gas nitreux fut le seul qui présenta quelques petites aiguilles de nitre, & non seulement des crystaux isolés, mais aussi l'extrait jaune qui couvroit une partie du fond, fusèrent sensiblement sur les charbons. Dans le bocal du gas ammoniacal, il y a bien eu aussi quelques petits crystaux en aiguilles très-fines, mais ils sont restés sur le charbon sans donner le moindre signe de déflagration.

On ne fera pas étonné qu'il y ait eu de l'*acide nitreux* dans le bocal du gas nitreux, puisque fon radical y exiftoit déja, & qu'il ne lui falloit que de l'air commun pour le régénérer acide ; mais où avoit-il retrouvé la bafe alkaline? C'eft ce qu'il n'eft pas aifé d'expliquer, ce bocal étant toujours refté couvert d'une veffie bien ficelée. M. Thouvenel, qui paroît avoir obfervé un phénomène analogue, admet une époque d'*alkalefcence* dans la putréfaction après celle d'*acefcence*; mais fans révoquer en doute la poffibilité de la production d'un alkali fixe par la décompofition des matières animales, il me femble que la communication continuelle qui fe fait entre les deux règnes doit rendre bien difficile fur les preuves de ce phénomène, fur-tout depuis qu'on fait que l'alkali volatil, qui eft propre au règne animal, fe détruit fans laiffer aucune trace d'alkali fixe.

Ainfi, malgré toutes les expériences, malgré tous les travaux entrepris pour furprendre le fecret de la nature, nous ne fommes réellement guères plus avancés; nous favons qu'il faut, pour la production du nitre, de l'air vital & des effluves putrides, mais nous ne favons rien de plus; &, comme l'ont très-bien remarqué les favans académiciens, commiffaires pour le jugement du prix de 1782, *il refte maintenant, pour obtenir des idées plus exactes encore fur la compofition du falpêtre, à déterminer la nature de l'air putride qui fe combine avec l'air vital pour le former*.

M. Thouvenel eft porté à croire qu'une portion de gas acide méphitique ou air fixe eft néceffaire à cette opération, parce qu'il a remarqué que l'air putride qui avoit paffé à travers l'eau de chaux, n'étoit plus propre à la nitrification; la conféquence ne fera fondée qu'autant qu'il fe fera affuré en même temps que l'eau de chaux n'avoit effectivement d'autre action fur le gas putride, qu'il n'attaquoit aucun autre de fes principes; car fi on fuppofe par exemple (ce qui me paroît très-vraifemblable) que ce gas tient néceffairement une portion de l'huile animale fétide volatilifée par l'alkali volatil, & que cette huile entre dans la compofition du radical nitreux avec l'alkali ou fans l'alkali, il fera facile de concevoir que l'eau de chaux retenant ce principe effentiel, il ne doit point fe former de nitre, & que l'abforption du gas méphitique n'eft plus dans ce cas qu'une circonftance accidentelle & étrangère. Il pourroit arriver, en un mot, que le gas méphitique qui fe dégage en effet dans toutes les diffolutions putrides fervit ici par fon affinité, foit à décompofer le favon ammoniacal, foit à dégager d'autres combinaifons des parties qui ne peuvent s'unir qu'après avoir été mifes en liberté, fans entrer pour cela matériellement dans la compofition du nitre.

Mais fi nous fommes forcés d'avouer qu'il refte encore bien des recherches à faire pour déterminer la nature du principe que le gas putride fournit à l'*acide nitreux*, & diriger en conféquence le travail de la nitrification, nous pouvons du moins recueillir déja cette vérité importante, qu'il exifte dans cet acide, comme dans tous les autres, une bafe acidifiable qui lui eft propre, qui le conftitue tel, & qu'il ne peut recevoir que de certaines matières qui la recèlent. Ainfi on ne fera plus tenté de regarder le gas nitreux ni comme un acide complet mafqué par le phlogiftique, ni comme un être fimple qui ne perde rien en recevant le principe acidifiant; on ne croira plus furtout, que cet acide ne foit qu'une modification d'un autre acide dont le radical eft fi différent, & on fera fatisfait fans doute de retrouver ici de nouvelles preuves de cette théorie lumineufe qui embraffe le fyftême général des acides.

V. Indépendament de l'air acidifiant & du radical nitreux, *cet acide tient encore effentiellement de l'eau*, du moins, jufqu'à préfent, n'a-t-il pas été poffible de l'obtenir pur fous un autre forme. M. Fontana a obfervé que lorfqu'il a perdu une portion d'air commun qui ne lui eft uni que comme il l'eft à l'eau, le feu le plus fort ne peut en dégager aucun air permanent, mais qu'il fe volatilife comme l'eau, & conferve toutes fes propriétés dans cet état de vapeurs. De là on a conclu qu'une fois privé d'eau & de phlogiftique, & combiné avec une fuffifante quantité de la matière de la chaleur, il ceffoit d'être acide & devenoit air vital; mais nous venons de voir qu'il avoit néceffairement un principe caractériftique, différent du principe acidifiant commun : il n'y a donc d'autre conféquence à tirer de cette obfervation, fi ce n'eft que le radical eft détruit ou décompofé par l'action de la chaleur, toutes les fois que l'*acide nitreux* ne fournit plus que de l'air vital.

L'eau entre effentiellement dans la compofition de l'*acide nitreux*; la preuve en réfulte non-feulement de ce qu'il ne peut en être entiérement privé fans fe décompofer, mais encore de ce qu'elle eft néceffaire pour le régénérer lors du mélange du gas nitreux & de l'air vital; comme il eft, d'autre part, évident que le fluide aqueux ne conftitue pas par lui-même le caractère acide, on pourroit fuppofer qu'il contribue à rompre l'union des deux fluides élaftiques avec la matière de la chaleur; au refte, que ce foit de cette manière ou de telle autre que l'on voudra, il eft du moins très-certain qu'il fert à décider, peut-être même à entretenir la combinaifon qui produit l'acide, & que c'eft pour cela qu'il ne peut exifter fans eau.

Ce fait une fois établi, quelque en fût l'explication, il n'étoit pas moins important de déterminer la quantité d'eau que cet acide retenoit effentiellement, afin de pouvoir juger fon dernier degré de concentration, & de fe fervir enfuite de cette connoiffance pour donner l'analyfe exacte de fes fels neutres : c'eft ce qu'a fait le célèbre Kirwan.

dans un très-beau mémoire publié dans les transactions philosophiques dont je tirerai la solution de ce problême.

Avant les recherches de l'académicien de Londres, M. Baumé avoit établi le rapport de pesanteur spécifique de l'*acide nitreux* le plus fort avec celle de l'eau distillée :: 1500 : 1000 ou 1, 5 : 1; M. Bergman l'avoit porté à 1, 586, mais il restoit à découvrir la quantité d'acide pur ou réel dans ces acides concentrés.

L'*acide nitreux* ne pouvant être réduit en gas, M. Kirwan n'avoit pas ici la même ressource que pour l'acide muriatique; il s'y prit d'une autre manière, il suivit la même méthode que pour l'acide vitriolique; comme elle est absolument neuve & qu'elle a fait découvrir à M. Kirwan plusieurs propriétés de l'*acide nitreux* que l'on n'auroit pas soupçonnées, il ne sera pas inutile d'en rapporter ici tous les principes, toutes les opérations, en supprimant cependant les premiers résultats que ce physicien a cru devoir abandonner dans la suite de son travail, ou du moins en n'en faisant mention qu'autant qu'il sera nécessaire pour indiquer la source des erreurs qu'il est parvenu à rectifier.

La première base à acquérir étoit la pesanteur spécifique de l'*acide nitreux* étendu d'eau en différentes proportions pour en conclure *l'augmentation de densité*.

Lors de ses premières expériences, M. Kirwan avoit pensé qu'il suffisoit de laisser refroidir le mêlange à la température actuelle, & qu'alors il devoit avoir toute la densité qu'il étoit susceptible d'acquérir; mais il s'apperçut, au bout de quelques mois, que plusieurs de ses mêlanges étoient plus denses que lorsqu'il les avoit examinés; il prit la résolution de les recommencer, en observant de n'en prendre la pesanteur spécifique que plus de douze heures après, pour être assuré qu'ils avoient atteint le *maximum* de densité.

D'autre part, M. Kirwan reconnut que le degré de la température actuelle n'étoit pas indifférent, à cause de la *dilatabilité* considérable de l'*acide nitreux*, & non seulement il vit la nécessité d'entretenir le même degré de chaleur, mais il prit de là occasion de rechercher la loi de cette dilatation. Voici ses observations rapportées à l'échelle du thermomètre de Réaumur.

Le même *acide nitreux* a donné :

	Degrés de Farenheit.	*Degrés* de Réaumur.	*Pesanteur spécifique.*
à	30	0,88 — 0	1,4650.
	46	6,22 + 0	1,4587.
	86	24	1,4302.
	120	39,11	1,4123

Un autre *acide nitreux* a donné :

	Degrés de Farenheit.	*Degrés* de Réaumur.	*Pesanteur spécifique.*
à	34	0,88 + 0	1,4750.
	49	7,55	1,4653.
	150	52,44	1,3792.

De là, il conclut 1° que les dilatations sont à peu-près proportionnelles aux degrés de chaleur, car la différence du calcul à l'observation n'est, dans la première expérience, que de 0,0021, & dans la seconde que de 0,0026; différence qui ne mérite pas attention & qui peut provenir du réfroidissement occasionné par les instrumens.

2°. Que plus l'*acide nitreux* est fort, plus il est expansible au même degré de chaleur; car si la dilatation de la seconde expérience eût été proportionnelle à celle de la première, les 51,56 degrés de chaleur n'auroient donné que 0,0679, au lieu qu'ils ont donné 0,0958.

3°. Que la dilatation de l'*acide nitreux* est beaucoup plus grande que celle de l'eau au même degré de chaleur, que par conséquent sa plus grande dilatabilité n'est due qu'à la partie acide.

4°. Qu'en ayant égard à l'accroissement de densité que produit l'attraction mutuelle de l'acide & de l'eau, on peut considérer *la dilatation de l'acide nitreux comme égale aux dilatations des quantités d'eau & d'acide qu'il contient, moins la densité qu'ils acquièrent par leur attraction mutuelle*.

Partant de ces principes, M. Kirwan a pris 100 grains d'*acide nitreux* dont la pesanteur spécifique étoit 1,474 à 55 degrés de Farenheit (ou 10,22 de Réaumur), il l'a étendu de 100 grains d'eau, observant de donner au mêlange le temps nécessaire pour acquérir toute sa densité & d'entretenir la même température, & la gravité spécifique s'est trouvée 1,448. Il y a encore ajouté, avec les mêmes précautions, 100 grains d'eau; la pesanteur spécifique a été 1,423.

Il s'agissoit maintenant de déterminer combien il y avoit d'acide réel dans une quantité donnée de cet acide. M. Kirwan a d'abord supposé (on verra dans la suite comment il prouve la vérité de cette supposition) que le même poids d'un acide quelconque peut saturer une quantité donnée d'alkali fixe; or, il avoit vérifié précédemment que 27 grains d'acide muriatique ordinaire, à 1,098 de densité tenant, 3,55 d'acide réel prenoit 100 grains d'une dissolution alkaline à 1097 de densité (*Voyez* ACIDE MURIATIQUE): il satura donc avec précaution une portion de chacun des mêlanges d'*acide nitreux*; & ayant observé ce qu'ils exigeoient de cet alkali, pour leur saturation précise, le calcul de ces observations rapportées à des termes moyens lui donna 3,93 pour la quantité

d'*acide réel* contenu dans 11 grains d'*acide nitreux* à 1,448 de densité : les 7,07 grains restans étoient donc de l'eau pure.

Si la densité de l'acide & de l'eau n'avoit pas été augmentée par leur union, la pesanteur spécifique de l'*acide nitreux* réel seroit comme son poids absolu, divisé par sa perte de poids dans l'eau, & cette perte seroit comme la perte totale des 11 grains moins la portion d'eau pure. Ainsi on auroit $\frac{11}{1,448}=7,596$ pour la perte totale, & $7,596-7,07=0,526$ pour la perte de poids de l'acide réel; par conséquent la pesanteur spécifique de la partie acide seroit $\frac{3,93}{0,526}=7,471$.

Mais on sait que la densité de l'*acide nitreux*, comme celle de l'acide vitriolique, augmente par son union avec l'eau. La perte de poids supposée dans le calcul précédent n'est donc pas aussi grande qu'elle le seroit avec l'acide pur; la pesanteur spécifique qui en a été conclue est plus forte que la pesanteur spécifique réelle, & il faut déduire cette augmentation de densité pour avoir la pesanteur spécifique mathématique de l'*acide nitreux* dans son état naturel.

Pour déterminer cette quantité à déduire, M. Kirwan essaya d'abord de mêler diverses portions d'acide & d'eau, & d'observer les diminutions de volumes; mais n'ayant pu obtenir un degré de précision satisfaisant, il préféra la méthode suivante.

Puisque douze grains d'*acide nitreux* à 1,423 de densité contiennent (suivant l'expérience ci-dessus) 3,93 d'acide pur, si la pesanteur spécifique de l'acide pur étoit 7,471, la pesanteur spécifique du composé d'acide & d'eau seroit 1,388 ; car la perte de 3,93 d'acide étant 0,526, celle de l'eau 8,07, la somme de ces pertes 8,596, on auroit $\frac{12}{8,596}=1,388$. Mais on a vu que la pesanteur spécifique avoit été trouvée de 1,423 ; la différence est 0,035, que l'on peut regarder comme une très-grande approximation de l'augmentation de densité que les 3,93 grains d'acide réel prennent par leur union avec 8,07 d'eau; déduisant maintenant la somme de la différence 0,35 de 1,448, le reste 1,413 est également très-près de la pesanteur spécifique de cette proportion d'acide & d'eau.

Mais si onze grains de cet *acide nitreux* contiennent 3,93 d'acide réel & 7,07 d'eau, sa perte de poids devoit être $\frac{11}{1,413}=7,780$; ôtant de cette somme la partie aqueuse 7,07, le reste 0,710 est la perte qu'ont éprouvé les 3,93 grains d'acide. Donc la véritable pesanteur de l'*acide nitreux* pur est $\frac{3,93}{0,710}=5,530$.

Cela posé, on trouve facilement par le même calcul la *pesanteur spécifique mathématique & l'accroissement de densité* de tous les mélanges. Par exemple, la pesanteur spécifique mathématique de treize grains d'*acide nitreux* qui, par l'expérience auront donné une pesanteur spécifique de 1,394, sera de 1,329, en supposant qu'ils contiennent 3,93 d'acide réel, & 9,07 d'eau; car la perte de ces 3,93 grains d'acide est $\frac{3,93}{5,530}=0,71$; celle de l'eau 9,07, & le total 9,78 ; or $\frac{13}{9,78}=1,329$, & l'accroissement de densité est $1,394-1,329=0,65$.

C'est d'après ces expériences & ces calculs que M. Kirwan a construit une table très-commode pour déterminer les degrés de densité de l'*acide nitreux*, & découvrir les proportions des sels qui en sont formés; mais avant que de la présenter, je dois encore faire voir comment il a vérifié la supposition que chaque portion de ses mélanges contenoit en effet 3,93 grains d'acide pur.

Il a vu que si la pesanteur spécifique mathématique du premier mélange d'acide & d'eau, qu'il avoit fait en quantité considérable, étoit absolument la même que celle supposée dans les portions employées, il auroit le droit d'en conclure que les proportions d'acide & d'eau déterminées dans chacune de ces portions étoient justes; en conséquence il a opéré sur des quantités de plus de quatre onces (de France), il a étendu cet acide d'environ un onzième de son poids d'eau, il a déterminé à chaque fois la quantité d'acide pur par la règle de proportion d'après l'hypothèse 11 : 3,93, & en ayant tiré la pesanteur spécifique mathématique, elle a indiqué exactement la même quantité d'acide qui avoit été supposée dans les portions employées. Il a continué ces mélanges jusqu'à faire co-incider la pesanteur spécifique mathématique & celle donnée par l'expérience.

M. Kirwan a ajouté à sa première table une colonne de l'attraction de l'acide & de l'eau, je la rapporterai sur celle qu'il a publiée après ses corrections, en observant, comme il l'avoit fait, de ne la porter que jusqu'où elle marche avec l'accroissement de densité, la loi qu'elle suit au-delà n'étant pas connue.

TABLE DES DENSITÉS DE L'ACIDE NITREUX.

ACIDE nitreux.	ACIDE réel.	EAU.	ACCROISSEMENT de densité.	PESANTEUR spécifique mathématique.	PESANTEUR spécifique suivant l'expérience.	ATTRACTION de l'acide & de l'eau.	ATTRACTION de l'eau & de l'acide.
Grains.	*Grains.*	*Grains.*					
900	— —	507	— —	1,557	1,557	— —	— —
1000	— —	607	— —	1,474	1,474	— —	— —
1100	— —	707	0,035	1,413	1,448	0,035	0,096
1200	— —	807	0,056	1,367	1,423	0,056	0,083
1300	— —	907	0,065	1,329	2,394	0,065	0,083
1400	— —	1007	0,077	1,298	1,363	0,077	0,082
1500	— —	1107	0,082	1,273	1,350	0,082	0,082
1600	— —	1207	0,082	1,251	1,333	0,082	0,077
1700	— —	1307	0,083	1,233	1,315	0,083	0,065
1800	— —	1407	0,083	1,217	1,300	0,083	0,056
1900	— —	1507	0,096	1,204	1,287	0,096	0,035
2000	— —	1607	0,088	1,191	1,269		
2100	— —	1707	0,071	1,181	1,254		
2200	— —	1807	0,068	1,176	1,247		
2300	— —	1907	0,068	1,162	1,230		
2400	— —	2007	0,068	1,154	1,222		
2500	— —	2107	0,067	1,147	1,214		
2600	— —	2207	0,065	1,141	1,206		
2700	— —	2307	0,063	1,135	1,198		
2800	— —	2407	0,061	1,129	1,190		
2900	— —	2507	0,058	1,124	1,182		
3000	— —	2607	0,055	1,120	1,175		
3100	393	2707	0,054	1,116	1,170		
3200	— —	2807	0,054	1,111	1,165		
3300	— —	2907	0,053	1,108	1,161		
3400	— —	3007	0,052	1,104	1,156		
3500	— —	3107	0,050	1,101	1,151		
3600	— —	3207	0,048	1,098	1,146		
3700	— —	3307	0,047	1,095	1,142		
3800	— —	3407	0,045	1,092 *ou* 3	1,137		
3900	— —	3507	0,043	1,089	1,132		
4000	— —	3607	0,040	1,087	1,127		
4100	— —	3707	0,037	1,085	1,122		
4200	— —	3807	0,035	1,083	1,118		
4300	— —	3907	0,034	1,080	1,114		
4400	— —	4007	0,032	1,078	1,110		
4500	— —	4107	0,029	1,077	1,106		
4600	— —	4207	0,027	1,075	1,102		
4700	— —	4307	0,025	1,073	1,098		
4800	— —	4407	0,022	1,072	1,094		
4900	— —	4507	0,020	1,070	1,090		
5000	— —	4607	0,018	1,068	1,086		
5100	— —	4707	0,015	1,067	1,082		
5200	— —	4807	0,012	1,066	1,078		
5300	— —	4907	0,008	1,066	1,074		

Pour

Pour trouver les quantités d'acide & d'eau que contient un esprit de nitre dont la pesanteur spécifique a été déterminée à des degrés de température différens de ceux pour lesquels cette table a été construite, il faut, dit M. Kirwan, chercher combien cet *acide nitreux* est raréfié ou condensé à un plus grand ou à un plus foible degré de chaleur; on trouve ensuite, par une règle de proportion, quelle seroit sa densité à cinquante-cinq degrés de Farenheit (10,22 de Réaumur); si l'on ne veut faire cette expérience, on approchera très-près de la vérité, en prenant $\frac{12}{1000}$ pour quinze degrés de Farenheit (6,66 de Reaumur), au-dessus ou au-dessous de cette température moyenne, quand la pesanteur spécifique est entre 1,400 & 1,500, & $\frac{8}{1000}$ quand elle est entre 1,400 & 1,300.

Je ne puis que répéter ici ce que j'ai dit à l'article acide vitriolique, qu'il seroit bien à desirer que l'on eût un aréomètre ou pèse-liqueur construit sur des principes exacts, & qui étant simplement plongé dans l'acide, pût indiquer commodément, & avec une certaine précision, sa pesanteur spécifique physique; mais j'ai fait voir que cet instrument nous manquoit encore. Lorsque j'ai voulu y appliquer le pèse-liqueur de M. Baumé, comme celui qui paroissoit devoir donner des rapports plus uniformes, qui est le plus connu & même souvent employé par les Chymistes, les Essayeurs, &c. pour prendre le degré de leurs eaux fortes, j'ai bientôt reconnu qu'il n'étoit pas même possible d'obtenir par ce moyen une approximation suffisante; par exemple, un *acide nitreux* dont j'avois déterminé la pesanteur spécifique à 14,535, avec le pèse-liqueur à la manière de Farenheit, dont j'ai parlé à l'article *acide vitriolique*, m'a donné quarante-trois degrés à un pèse-liqueur de M. Baumé, construit par un des plus habiles artistes (le sieur Périca), & quarante-cinq degrés & demi à un pèse-liqueur qu'un amateur avoit fait exécuter sous ses yeux, en suivant le plus scrupuleusement possible les principes de M. Baumé. On ne sera pas surpris de cette différence après ce que j'ai dit à ce sujet. (*Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE).

La *chaleur spécifique* de l'*acide nitreux* rutilant (à 1,355 de densité) est, suivant la table de M. Crawford, 0,576; celle de l'*acide nitreux* sans couleur, 0,844. Ces quantités s'éloignent très-peu de celles qui ont été déterminées depuis par MM. Lavoisier & de la Place, dans le mémoire qu'ils ont lu à l'Académie en 1783, & qui se trouve dans le recueil de 1780. Il résulte des expériences de ces savans académiciens, qu'une livre d'*acide nitreux* non-fumant à 1,299 de densité peut, en se refroidissant de soixante degrés, fondre 0,661 livres de glace dans leur appareil, & en faisant la deduction de la quantité qui a été fournie par le vaisseau de verre qui contenoit cet acide; d'où il suit que la chaleur spécifique de cet acide est 0,661. (*Voyez* CALORIFIQUE).

Il est tout simple que l'acide plus délayé ait une plus grande capacité de chaleur, puisque c'est l'eau qui a ici l'avantage sur l'acide. Il faut même que l'eau, en entrant en combinaison avec l'acide, perde une portion de sa chaleur spécifique, puisque si elle la conservoit, elle donneroit seule une quantité plus grande que celle qu'on obtient du composé acide; il est probable que cette portion, qui devient sensible lorsqu'elle est mise en liberté à l'instant du mélange, correspond à l'accroissement de densité.

On voit encore par les expériences de MM. Lavoisier & de la Place, que la capacité de chaleur de l'*acide nitreux* doit être plus foible que celle de l'acide vitriolique, ou du moins que l'eau doit perdre beaucoup plus de sa capacité propre avec le premier qu'avec le dernier; car, suivant l'estimation de M. Kirwan, un *acide nitreux* à 1,229 de densité ne contient que $\frac{218}{1000}$ de son poids d'acide réel, au lieu que de l'acide vitriolique à 1,261 de densité, ou, ce qui est la même chose, de l'acide vitriolique à 1,870 de densité, mêlé à l'eau dans le rapport de quatre à cinq, tel que ces physiciens l'ont employé, contient encore $\frac{272}{1000}$ de son poids d'acide réel; d'où il suit évidemment que si leur capacité de chaleur étoit égale, le mélange où l'acide réel est en quantité plus foible, où l'eau est en plus grande abondance, devroit prendre aussi plus de chaleur dans un nombre égal de degrés, & fondre aussi plus de glace en refroidissant: cependant les chaleurs spécifiques de ces deux mélanges ont été trouvées par MM. Lavoisier & de la Place; savoir, pour le premier 0,661391, & pour le second 0,663101, c'est-à-dire, à-peu-près pareilles; & si l'on veut faire état de la différence, elle est encore en faveur de la conclusion.

Il seroit curieux sans doute de chercher dans les rapports de ces chaleurs spécifiques la raison pour laquelle l'*acide nitreux* ne peut passer lui-même à l'état de glace, tandis que l'acide vitriolique concentré acquiert cette solidité à un froid médiocre; mais nous n'avons pas encore assez d'observations pour en généraliser les conséquences. On n'a pas même essayé de déterminer le degré de froid auquel un *acide nitreux* affoibli laisseroit l'eau se séparer & former de la glace.

§. VI. *Des affinités de l'*acide nitreux.

J'ai déja eu occasion de rapporter un grand nombre de phénomènes qui dépendent réellement des affinités de cet acide, soit en parlant de la préparation du nitre, de la manière de le retirer des eaux-mères, d'obtenir son acide & de le rectifier, soit en rapportant ce que l'on connoît jusqu'ici de sa nature: je ne ferai que les rappeller à leur ordre.

Les affinités de l'*acide nitreux* sont, suivant la table de Geoffroi, le fer, le cuivre, le plomb, le mercure & l'argent; & suivant Gellert, le phlogistique, le zinc, le fer, le cobalt, le cuivre, le bismuth, le plomb, le mercure, l'antimoine, l'argent, l'arsenic, l'étain : l'auteur ajoute, pour ce dernier *en partie*, par la raison sans doute, comme le dit l'illustre Macquer, qu'il se fait une précipitation abondante de la terre de l'étain, lequel est plutôt calciné que dissous par l'*acide nitreux*.

La table de M. Bergman est plus complette, elle s'applique spécialement à l'*acide nitreux* pur, non phlogistiqué, le seul dont il soit ici question, distinction importante qui a échappé aux Chymistes qui l'ont précédé; il n'y considère enfin les terres que séparées de l'acide méphitique, les métaux que dans l'état de déphlogistication qui les rend solubles, seule maniere de faire disparoître la confusion, & de mettre quelque accord dans le rapprochement de ces faits. Voici l'ordre dans lequel il place les substances sur lesquelles l'*acide nitreux* exerce sa puissance par la *voie humide*.

Le barote.
La potasse.
La soude.
Le calce.
La magnésie.
L'alumine.

Substances métalliques.
- Le zinc.
- Le fer.
- La manganèse.
- Le cobalt.
- Le nickel.
- Le plomb.
- L'étain.
- Le cuivre.
- Le bismuth.
- L'antimoine.
- L'arsenic.
- Le mercure.
- L'argent.
- L'or.
- La platine.

L'eau.
L'esprit de vin.
Le phlogistique.

Par la *voie sèche*, le phlogistique reprend le premier rang, & se place même avant le barote; c'est un caractère qui paroit appartenir exclusivement aux trois grands acides, que l'on nomme minéraux, à l'acide arsénical & probablement à tous les acides métalliques; au reste, c'est la seule différence que l'on ait observée jusqu'à présent.

L'*acide nitreux* enlève avec une très-grande facilité aux métaux la portion de *phlogistique* qui fait obstacle à leur dissolution, quelquefois même il les déphlogistique au point qu'ils ne sont plus solubles, & que leurs chaux se précipitent, comme il arrive dans les dissolutions nitreuses d'étain & d'antimoine; & voilà ce qui a fait croire qu'il avoit plus d'affinité avec le phlogistique qu'avec ces terres; mais M. Bergman remarque très-bien qu'il n'y a pas d'exemple que cet acide saturé d'une terre métallique l'ait quittée, dans une opération par la voie humide, pour s'unir avec le phlogistique d'un métal avec lequel il auroit moins d'affinité. Je crois devoir ajouter à ce sujet une réflexion encore plus décisive & fondée sur une expérience familière ; c'est qu'en supposant que cet acide attire plus puissamment le phlogistique que les terres métalliques, le phlogistique du cuivre, par exemple, lorsqu'il est attaqué dans une dissolution nitreuse de mercure, devroit être pris par l'*acide nitreux*, & l'on voit tout le contraire, puisque le mercure se revivifie

Mais ceux qui entendent la doctrine des affinités n'ont pas besoin de cette supposition pour expliquer pourquoi l'*acide nitreux* attaque avec plus de vivacité que les autres les métaux & les matières phlogistiques : il a réellement plus d'affinité avec le phlogistique, & cette affinité n'est point oisive, si j'ose me servir de cette expression; car comme tout le dissolvant ne peut être instantanément en contact avec la substance qu'il préfère, une partie doit exercer son action sur celle qui doit être séparée, & la décomposition s'opère d'autant plus rapidement. C'est un cas que je ne crois pas que l'on ait encore considéré, quoiqu'il soit assez fréquent, & qui est pourtant assez remarquable, puisque, avec trois substances, il produit une espèce d'affinité double, ou pour mieux dire, une affinité simple, qui a l'énergie d'une affinité double, à raison des deux actions simultanées du dissolvant.

Par rapport aux métaux, qui, comme l'étain & l'antimoine, restent plutôt calcinés que dissous par cet acide, il ne faut pas croire non plus qu'il abandonne leurs terres uniquement parce qu'il s'unit avec leur phlogistique, il y en a une autre cause: tandis qu'une portion de l'acide attaque le principe inflammable, la chaux métallique tend à décomposer cette portion de l'acide en s'appropriant son principe acidifiant; l'*acide nitreux* devient donc gas nitreux, & la chaux se rapproche de l'état d'acide métallique qui la rend ainsi moins soluble: l'augmentation de poids des chaux, la production du gas nitreux, les dissolutions plus ou moins permanentes, suivant qu'elles se sont faites plus ou moins tranquillement, sont autant de preuves de la vérité de cette explication. C'est à cette propriété de l'*acide nitreux*, de perdre son air acidifiant, que sont dus plusieurs phénomènes analogues : en effet, le soufre & le phosphore se convertissent en acide par l'action de l'*acide nitreux*, comme par la combustion. Toute la différence, dit très-bien M. Berthollet, c'est que dans ce cas, au lieu de flamme, il y a production de gas nitreux, & que la chaleur est moins considérable.

Il en est autrement *par la voie sèche* : l'*acide*

nitreux quitte les terres & les alkalis pour s'unir au phlogistique, parce que l'abondance de la matiere de la chaleur augmente sa volatilité, & relâche en conséquence son adhérence à la base fixe; si l'acide n'est pas décomposé, il en résulte, comme nous le verrons, un *acide nitreux* phlogistiqué.

L'*acide nitreux* a plus d'affinité avec le phlogistique que l'acide vitriolique même: celui qui en douteroit (dit M. Bergman dans sa dissertation des précipités métalliques), n'auroit qu'à faire bouillir doucement l'*acide nitreux* sur le soufre, il trouveroit à la fin qu'il auroit pris tout le phlogistique, & que l'acide vitriolique resteroit à nud. Il faut néanmoins faire attention que ce n'est pas ici une simple combinaison de l'*acide nitreux* tout entier & du phlogistique, ni une simple séparation du phlogistique & de l'acide vitriolique; nous avons vu que ce dernier n'existoit pas tout formé dans le soufre, qu'il n'y avoit que le radical de cet acide; il faut donc que pour devenir acide complet, il trouve quelque part de l'air vital; dans le cas présent il ne peut le recevoir que de l'*acide nitreux*; d'où il résulte que cet acide est nécessairement décomposé dans une proportion qui correspond à la quantité d'acide vitriolique revivifié.

La même chose arrive à plus forte raison avec le phosphore & la chaux blanche d'arsenic, qui sont aussi des soufres, qui laissent aussi des acides. Ces opérations, qui sont de vraies combustions par la voie humide, par échange de bases, en un mot sans air en état élastique, confirment merveilleusement l'existence, & la théorie de l'air vital & du phlogistique comme les deux principes les plus actifs qui se déplacent & se succèdent dans une infinité de corps.

Il peut arriver cependant que dans ces *combustions nitreuses humides* on ne recueille que très-peu de gas nitreux, sur-tout lorsqu'elles sont très-vives, & quelqu'un pourra être tenté d'en conclure que cette observation est contraire à notre hypothèse, suivant laquelle l'échange de base doit produire un nouveau composé formé en effet du radical nitreux & du phlogistique. A cela je répons que l'*acide nitreux* n'en est pas moins décomposé, puisqu'on ne le retrouve plus; il n'est pas difficile d'indiquer la circonstance qui change les résultats, c'est l'accumulation instantanée de la chaleur qui suffit pour détruire le radical nitreux, qui peut le détruire même par la voie humide, puisque M. Berthollet a observé que quand la dissolution du fer & du zinc se faisoit rapidement & avec grande chaleur dans l'*acide nitreux*, on ne recueilloit presque que de l'air nuisible ou phlogistiqué, & très-peu de gas nitreux. (*Recueil de l'Acad. pour 1781, troisième Mém.*) Ce savant Académicien est disposé à croire que le phlogistique est alors changé en matière de chaleur; mais il y a une conséquence plus directe, plus nécessaire, c'est que le radical nitreux est détruit par la chaleur que le phlogistique abondant & peu adhérent met tout-à-coup en liberté. Nous retrouvons donc ici une nouvelle preuve de la facilité avec laquelle se détruit le radical nitreux.

Il est remarquable que l'*acide nitreux* ne forme point de gas hépatique avec le soufre, comme les acides vitriolique & muriatique; ce phénomène tient encore à la même étiologie, car, dans le gas hépatique, le soufre existe tout entier, au lieu que notre acide le décompose.

C'est à raison de sa grande affinité avec le phlogistique, que l'*acide nitreux* blanchit l'acide vitriolique noirci par quelques matières grasses, & que quand il est concentré, il enlève sur-le-champ la couleur rouge au réalgar.

Quelque affinité que l'*acide nitreux* ait avec le phlogistique, il le cède à l'*air*. Les Chymistes qui regardent le gas nitreux comme un acide masqué par le phlogistique, en donnent pour preuve la décomposition de ce gas par l'air vital; mais nous avons vu que l'*acide nitreux* n'y existoit pas tout entier. Ce qui me persuade que l'air pur peut reprendre à cet acide le phlogistique, même sans double affinité, c'est que l'*acide nitreux* ne prend du phlogistique qu'en passant à l'état de gas nitreux; il faut donc le considérer réellement comme un *acide nitreux* complet, tenant une portion de radical nitreux privé d'air acidifiant & pourvu de phlogistique; il n'est pas étonnant que ce gas se trouvant en contact avec l'air laisse aller le phlogistique & régenère de l'acide. De là vient, comme je l'ai déja observé, que les vapeurs de l'*acide nitreux* rutilant paroissent attirer l'humidité de l'atmosphère.

Nous nous sommes suffisamment étendus sur l'affinité de l'*acide nitreux* avec l'*eau*, en exposant le beau travail de M. Kirwan pour déterminer l'accroissement de densité qu'acquiert le mêlange; mais il ne seroit pas moins important de chercher à déterminer encore avec plus de précision l'affinité de cet acide avec l'eau, suivant les vues que MM. Lavoisier & de la Place ont présentées dans leur excellent mémoire sur la chaleur, c'est-à dire, en mêlant l'acide avec la glace jusqu'à ce qu'il cesse de la fondre, ou l'exposant affoibli à un froid capable d'en séparer l'eau en glace, de manière à déterminer le point où les parties de l'eau sont plus attirées par elles-mêmes que par l'acide.

L'eau qui ne fait pas partie essentielle de l'*acide nitreux* en est séparée par toutes les substances terreuses, alkalines & métalliques susceptibles de s'unir avec lui, ce qui détermine suffisamment son rang dans la colonne de ses attractions électives.

M. Bergman observe très-bien que l'eau paroît empêcher en quelque sorte l'*acide nitreux* de se charger de phlogistique (*Dissert. sur les affinités*. § *XIV*): n'agiroit-elle pas ici de la même manière que dans les dissolutions vitrioliques, où elle empêche aussi la formation du soufre avec le phlogistique des métaux? L'analogie qui se trouve entre

le soufre & le gas nitreux, & les preuves que j'ai données que l'acide nitreux ne reçoit le phlogistique qu'en état de gas nitreux, rendent cette conjecture très-probable; mais nous n'avons pas encore d'expériences assez directes pour l'admettre sans réserve. Le mélange de deux onces d'*acide nitreux* très-concentré avec pareille quantité d'eau, a produit, suivant l'observation de M. Baumé, une chaleur de quarante degrés.

L'*acide nitreux* n'a aucune action sur la *terre quartzeuse*; à la faveur d'une longue digestion, suivie de l'ébullition, il attaque les gemmes de même que les acides vitriolique & muriatique; mais, comme le remarque M. Bergman, à qui on doit cette observation, il n'en extrait qu'un peu de fer & de terre calcaire; la propriété qu'il a de déphlogistiquer le fer, sur-tout à l'aide de la chaleur, le rend moins propre à cette opération que l'acide muriatique, qui en retient davantage en dissolution.

Cet acide forme, avec les *alkalis* & les *terres*, des sels qui ont leurs caractères distinctifs & des propriétés très-importantes. *Voyez* NITRE, NITRE BAROTIQUE, NITRE CALCAIRE, &c. M. Dijonval a fait voir qu'il donnoit avec la magnésie un sel crystallisable, non déliquescent.

M. Bergman avoue que la place de l'alumine ou terre argilleuse pure n'est pas encore suffisamment déterminée.

L'*acide nitreux* dissout très-bien l'*or* précipité de l'eau régale par un alkali. *Voyez* NITRE D'OR.

Il y a peu d'années que les Chymistes étoient d'accord que l'*acide nitreux* seul n'avoit aucune action sur l'*or* en état de métal complet : en 1748 M. Brandt faisant le départ d'un alliage de trente marcs, dans la proportion de seize parties d'argent & trois d'or, s'apperçut que l'*acide nitreux* concentré qu'il avoit employé sur la fin, & qu'il avoit fait bouillir sur l'or précédemment dépouillé d'argent par une eau forte plus foible, avoit pris une couleur jaune; que lorsqu'on lui présentoit de l'argent, il s'y formoit un précipité en floccons, qui édulcoré & rougi, étoit de l'or; il crut pouvoir en conclure que l'*acide nitreux* dissolvoit l'or. Cette expérience fut répétée le 5 mars de cette année, en présence du roi de Suède & de l'académie de Stockholm.

Un procès-verbal aussi authentique paroissoit ne devoir laisser aucun doute sur la vérité du fait, MM. Scheffer & Bergman le consignèrent dans leurs écrits, & la publicité que M. Sage lui donna en France excita l'attention du Gouvernement, qui chargea l'Académie d'examiner jusqu'à quel point il pouvoit influer sur la sûreté de l'opération du *départ*; nous verrons à cet article que les circonstances nécessaires à la production de ce phénomène sont absolument étrangères à l'opération des essais, ainsi que les six Commissaires le conclurent après les expériences les plus scrupuleuses. Je ne m'en occupe ici que pour déterminer les dissolutions qui peuvent s'opérer par l'*acide nitreux*.

M. Tillet s'étoit déja occupé à répéter l'expérience de M. Brandt, & le mémoire qu'il avoit rédigé sur cette matière le mettoit en état de répondre aux questions proposées par l'Administration, si son importance n'eût engagé ce Savant à demander lui-même que l'Académie fût consultée; c'est de ce mémoire, qui fait partie du recueil de l'Académie pour 1780, que je tirerai la solution de ce problême, devenu très-intéressant pour la théorie chymique, indépendamment de ses rapports avec l'art de l'Essayeur.

Ce savant Académicien rapporte qu'ayant fait un départ aux affinages de la monnoie, dont les matières étoient trois cents quatre-vingt-dix-huit marcs d'argent, & quarante-six marcs d'or, lorsqu'on eut décanté l'eau-forte chargée d'argent, on versa sur les quarante-six marcs de *chaux d'or* (c'est ainsi que l'on nomme, en termes de l'art, l'or qui se précipite dans ces opérations, quoiqu'il ne soit pas calciné) seize livres d'*acide nitreux*, concentré à quarante-cinq degrés de l'aréomètre de M. Baumé (à-peu-près 1,4525 de pesanteur spécifique). On fit bouillir cet acide pendant seize à dix-huit heures; il se trouva alors réduit à quatre livres cinq onces deux gros; après l'avoir laissé quatre jours en repos, on prit une livre de cet acide, on y fit dissoudre quatre gros d'argent, en plaçant le matras sur des charbons un peu éteints : l'or ne tarda pas à se rassembler, il se forma un floccon qui se précipita au fond du matras lorsque l'ébullition eut cessé.

Après avoir décanté l'*acide nitreux* ainsi dépouillé de l'or qu'il receloit, on versa de nouvel acide très-concentré sur le floccon d'or; malgré la grande ébullition, il resta intact, conserva sa forme & aucune partie ne s'en sépara.

Ce floccon d'or étoit d'un volume très-considérable relativement à son poids; lorsqu'il eut été recuit il pesa environ cinq grains; de sorte qu'en supposant que le surplus de l'*acide nitreux* en recelât dans la même proportion, il en résulteroit que la totalité de l'acide n'auroit pris que la 9216e partie des quarante-six marcs d'or sur lesquels il avoit bouilli.

Une circonstance que M. Tillet a remarquée, c'est qu'après un simple recuit qui n'avoit pu que rapprocher les parties juxta-posées sans les réunir par la fusion, ce floccon étoit ductile & s'étendoit sous le marteau sans éprouver de gerçures, tandis que les cornets d'essai & la masse de chaux d'or des affinages sont très-friables, se réduisent en poudre, & ne reprennent leur ductilité que lorsqu'ils ont été fondus. Il a fait la même observation

fur tous les floccons d'or précipités de l'eau-forte de la même manière.

Si l'on se contente de dessécher ces floccons d'or dans un creuset, & qu'on les examine au microscope, ils paroissent composés de feuillets comme l'ardoise.

Une autre expérience de M. Tillet présente des faits qui ne méritent pas moins d'attention.

Ayant mis dans un flacon une certaine quantité d'*acide nitreux* concentré, qui, quoique très-clair & très-transparent, contenoit certainement de l'or, il divisa en parties égales la liqueur de ce flacon, il versa l'une dans un matras, y fit dissoudre un peu d'argent fin & obtint un floccon d'or. Avant que de faire la même opération sur l'autre partie, il la filtra sans l'étendre dans l'eau, à travers un papier gris plié en quatre, & propre par-là à rendre la filtration plus lente. Lorsqu'elle fut achevée, il remarqua que la première feuille du filtre étoit teinte d'*une belle couleur de pourpre*, que les trois autres feuilles tenoient de la même couleur, mais un peu moins que la première, & proportionnellement au rang qu'elles avoient occupé. Il fit dissoudre de l'argent dans l'*acide nitreux* ainsi filtré; lorsque l'ébullition eut cessé, il n'apperçut point de floccon d'or, la liqueur étoit seulement un peu trouble, & avoit une teinte noirâtre, occasionnée par un peu de cuivre très-divisé, qui se déposa après le refroidissement. Le papier du filtre fut réduit en cendres, la cendre coupellée avec le plomb, le bouton de la coupelle soumis à l'opération du départ pour en séparer l'argent qui s'étoit arrêté sur le filtre en état de sel, & il se retrouva à la fin la même quantité d'or en poids que le floccon précipité dans l'autre portion d'acide.

M. Tillet a encore essayé de faire évaporer lentement l'*acide nitreux* tenant or; il a vu les particules d'or recouvrir de petits filets isolés de nitre d'argent; il a apperçu distinctement quelques-unes de ces particules ayant tout l'*éclat métallique*, & ressemblant à des parcelles de feuilles d'or battu, voltiger long-temps dans la liqueur, se rapprocher les unes des autres, contracter une certaine adhérence, former un floccon, & se déposer enfin au fond du matras sans se diviser.

En laissant reposer pendant quelque temps dans un flacon de l'*acide nitreux* qui a bouilli & s'est beaucoup réduit sur la chaux d'or des affinages, une partie de l'or que contient cet acide se *précipite* au fond du vase, & une autre plus légère *surnage* la liqueur; cet or est dans son état métallique, & il a la couleur du tabac d'Espagne, comme la chaux d'or des affinages.

En mettant sur le porte-objet de glace une goutte de cette liqueur, on voit distinctement, à l'aide du microscope, des particules d'or qui ont l'éclat metallique.

Si on fait bouillir de l'*acide nitreux* concentré dans une cornue, sur un ou plusieurs *cornets d'or fin*, jusqu'à ce qu'il ne reste qu'une petite portion de liqueur, & qu'on la verse dans un flacon, quoiqu'il soit bien bouché & en repos, les particules d'or dont il peut être chargé se précipitent en partie, & s'élèvent en partie à la surface; ces dernières ont le plus grand éclat & ressemblent exactement à des parcelles de feuilles d'or battu, au lieu que celles qui flottent au-dessus de l'*acide nitreux* bouilli sur la chaux d'or sont rarement aussi brillantes.

Si on pousse cette distillation de l'*acide nitreux* sur des *cornets d'or* à siccité, l'or qui en est détaché reste adhérent en forme de pellicule, & souvent en petites portions séparées au fond de la cornue, quelques-unes même sont adhérentes aux cornets, & toutes conservent après l'opération leur éclat métallique.

Toutes les particules enlevées à ces *cornets* d'or, soit celles déposées dans les flacons, soit celles trouvées dans la cornue après la distillation à siccité, sont ensuite inattaquables par l'*acide nitreux* le plus concentré & avec la plus forte ébullition, tout de même que les floccons d'or précipités par l'argent dans l'*acide nitreux* bouilli sur la chaux d'or; de sorte qu'il faut employer l'eau régale pour enlever les pellicules qui adhérent aux flacons.

Tels sont les faits observés par M. Tillet, dont le rapprochement m'a paru nécessaire pour circonscrire & déterminer les conditions de ce phénomène important : ce savant Académicien en tire cette conclusion : « Il est certain que l'or pur » en lame & ductile peut être attaqué jusqu'à un » certain point par l'*acide nitreux* concentré, dans » une opération forcée & très-long-temps sou» tenue, mais qu'il n'est jamais dissous véritable» ment, ni en tout, ni en partie par ce même » acide seul, quelque concentré qu'on le suppose ». Ainsi, le savant Académicien établit une distinction neuve entre *attaqué* & *dissous*, & il distingue encore, pour le premier effet, deux cas différens, l'un qu'il nomme *suspension*, qui n'exige pas à beaucoup près une ébullition si forte, quand les particules détachées de la chaux d'or dans l'opération du départ demeurent suspendues dans le fluide à cause de leur extrême ténuité & de la résistance qu'éprouve leur précipitation, comme il arrive quelquefois dans les lavages des chaux d'or dont on voit des parcelles surnager même l'eau de rivière; l'autre qu'il nomme *érosion*, & qui a lieu quand l'or est exposé en cornets ou en lames à l'ébullition violente & long-temps continuée de l'*acide nitreux*.

N'y a-t-il réellement ici qu'une action mécanique? tous les faits se prêtent-ils à cette supposition? n'y a-t-il pas de moyen de les concilier? Voilà des questions qui intéressent trop essentiellement la théorie chymique pour ne pas chercher à les approfondir; je m'engagerai d'autant plus volontiers dans cet examen, que loin de rien diminuer de l'estime due au célèbre auteur du mémoire dont on vient de lire l'extrait, on verra que je ne marcherai

dans cette route difficile qu'à la faveur de la lumière que ses observations y ont portée, autant par la sagacité avec laquelle il a varié les moyens d'interroger l'expérience, que par cette candeur rare avec laquelle il a décrit les résultats.

On ne peut, à mon avis, regarder le déchet de l'or comme l'effet d'une simple action mécanique: 1°. Si cela étoit, l'ébullition violente & long-temps continuée d'un autre fluide aussi dense, produiroit le même déchet sur les cornets d'or, ou du moins sur la chaux d'or des Essayeurs; c'est ce qui n'arrive pas, *quelque énergie que* M. Tillet *ait tâché de donner à l'acide vitriolique; ..... il n'a aperçu aucun effet sensible;* cependant l'érosion & la suspension devoient être bien plus considérables, & en proportion de la plus grande densité de cet acide & de celle qu'il acquiert par l'ébullition à cause de sa fixité. A la vérité, MM. Tillet & Darcet ont reconnu qu'en employant une partie d'acide vitriolique avec deux parties d'*acide nitreux*, l'érosion devenoit plus marquée & fournissoit une *limaille d'or* que l'on distinguoit à l'œil simple sur les cornets, portant toujours le même caractère métallique avec son éclat naturel; mais je ne pense pas qu'on puisse en tirer d'autre conséquence que celle que ces Savans ont exprimée en ces termes: *que l'acide nitreux acquéroit plus de force par sa combinaison avec l'acide vitriolique:* or, s'il faut toujours de l'*acide nitreux*, si c'est toujours lui qui agit, s'il est jusques dans ce mélange le seul instrument, il ne peut être un pur instrument méchanique, cette condition appartiendroit indivisiblement à tout le fluide.

2o. Si c'étoit une simple action méchanique, elle seroit constante toutes les fois que l'or présenteroit la même surface, que l'acide seroit aussi concentré, aussi bouillant, c'est ce qui ne s'accorde pas encore avec l'observation; nous avons vu que les flocons d'or précipités de l'*acide nitreux* par l'argent & les pellicules déposées spontanément, ne se laissoient plus entamer par cet acide, même à l'aide de la plus forte ébullition. On peut imaginer que la forme lamelleuse que prennent ces précipités & la ductilité dont ils se trouvent pourvus avant toute fusion, annoncent un état d'aggrégation plus solide, plus difficile à rompre, & que c'est pour cela qu'ils ne sont pas attaqués; mais voici d'autres faits qui, n'étant pas susceptibles de cette explication, laissent l'argument dans toute sa force. M. Tillet imagina de faire servir plusieurs fois le même *acide nitreux;* il en mit d'abord six onces dans un petit alambic de verre sur un cornet d'or fin très-mince, du poids de 24 grains $\frac{24}{32}$, il distilla lentement au feu de sable, ayant soin cependant d'entretenir toujours l'acide dans une légère ébullition; lorsqu'il n'en resta plus que quelques gros, il arrêta l'opération; la *teinte un peu jaune* de la liqueur de l'alambic annonça que l'or avoit été attaqué, il avoit en effet perdu quelques trente-deuxièmes.

L'*acide nitreux* qui avoit passé dans le récipient, fut remis sur le même cornet, & l'attaqua de nouveau, mais plus foiblement; il servit de cette manière jusqu'à huit fois, & le poids du cornet vérifié à chaque épreuve, fit voir que les altérations devenoient plus foibles à mesure que les distillations se multiplioient. A la septième opération, la perte se réduisoit à un cent vingt-huitieme de grain; elle fut insensible à la huitième, aussi le résidu de cette dernière distillation se trouva-t-il blanc comme de l'eau distillée. Enfin M. Cornette ayant remis à M. Tillet de l'*acide nitreux* provenant d'un travail entrepris pour l'obtenir dans toute sa pureté, il n'a point attaqué l'or, quoiqu'il eût bouilli long-temps sur un cornet, & qu'il s'y fût réduit à une très-petite quantité de liqueur. La conséquence immédiate de ces faits, du dernier sur-tout, n'a point échappé à M. Tillet; je ne puis mieux la rendre que dans ses propres expressions: *Si la faculté d'entamer l'or étoit inhérente à cet acide, elle ne s'évanouiroit point par de simples rectifications... elle ne se perdroit pas entièrement, tandis que l'acide conserveroit toute sa force..... la possibilité de priver l'acide de cette faculté paroît prouver qu'il agit dans cette circonstance par une force à laquelle contribue une substance qui est étrangère à l'acide.* Je ne ferai que prévenir le jugement du lecteur en ajoutant: ce n'est donc pas l'effet d'une simple action méchanique.

3°. La couleur pourpre que laisse sur le filtre l'*acide nitreux* bouilli sur l'or, & qui pénètre les quatre plis du papier, & celle dont se charge la feuille d'étain qu'on y plonge avant la filtration, me paroissent encore des indices certains d'une vraie dissolution; car cette couleur est propre à la chaux d'or, c'est-à-dire à l'or privé de partie de son phlogistique; je ne connois aucune observation qui prouve qu'il puisse passer à cet état sans rien perdre du principe métallisant, tandis que tous les phénomènes les mieux constatés concourent à établir qu'il ne perd le brillant métallique que par l'action de quelque substance qui exerce sur ce principe une affinité quelconque. Je ne rappelerai ici qu'un seul fait qui me paroît décisif. Il n'y a sans doute point de division méchanique qui approche de celle que l'or éprouve lorsqu'il est élevé en vapeurs par la violence de la chaleur au foyer du verre ardent, & cependant cette vapeur, qui, comme le dit l'illustre Macquer, est précisément la portion *qui échappe à la calcination,.... qui n'est composée que des particules infiniment divisées de ce métal non-altéré*, ne donne aucune trace de couleur pourpre, elle s'attache à une lame d'argent sous forme d'une *poussière jaunâtre d'une finesse extrême*, qui n'a aucun brillant métallique, même vue à la loupe, mais qui le recouvre sur-le-champ à l'aide du brunissoir.

4°. Une dernière circonstance qui vient à l'appui de cette opinion, est la teinte jaune que prend l'*acide nitreux* chargé d'or, qu'il perd quand ce métal en est séparé par la filtration ou par tout autre moyen. Cette teinte uniforme ne peut résulter

que d'une division chymique, de l'équipondérance des parties, de l'attraction qui les unit *chacune à chacune*. Il n'y a jusqu'à présent aucun phénomène connu qui puisse nous faire concevoir sans ces conditions & par l'effet de la seule suspension, le passage d'un fluide à une couleur simple, transparente, homogène dans toute sa masse, & qui subsiste aussi long-temps dans le repos.

Si ces faits rapprochés paroissent ne laisser aucun doute sur l'existence d'un vrai dissolvant, je ne me dissimule pas qu'*il y en a d'autres qu'il est difficile de concilier avec cette opinion*. Je ne parle pas de la petite quantité du métal dissous, ni de la nécessité d'une ébullition violente; la plus petite quantité est un effet, il y a bien d'autres exemples où l'action du dissolvant est aussi bornée, où elle exige le secours de la chaleur, & où la dissolution est certaine.

Je mets de même au rang des objections dont la solution n'est pas impossible, celle que M. Tillet a fondée sur ce que l'éther vitriolique qui tient du mercure à la faveur d'un excès d'*acide nitreux* n'attaque pas l'or, tandis qu'il attaque le cuivre; la facilité avec laquelle ce dernier cède son phlogistique, son affinité avec cet acide, plus grande que celle du mercure, beaucoup plus grande que celle de l'or, en un mot l'état de combinaison actuelle plus ou moins avancée, dans lequel se trouve l'acide, puisqu'il est intermède nécessaire, constituent autant de différences dont une seule suffiroit pour écarter toute conséquence de la comparaison des résultats.

La diminution progressive de l'action de cet acide, lorsqu'il est cohobé plusieurs fois de suite sur le même cornet d'or, cesse d'étonner lorsqu'on se prête à la supposition vraisemblable qu'il faut une très-grande quantité de ce dissolvant pour dissoudre une très-petite partie de ce métal; si on ne juge pas cette raison satisfaisante, on peut supposer qu'à chaque distillation l'acide perd une portion de quelque principe qui ajoutoit à son énergie; mais il est évident que cette circonstance est plus contraire que favorable à l'hypothèse de l'action méchanique.

Ne peut-on pas en dire autant de la ductilité extraordinaire que l'or séparé de cet acide acquiert par un simple recuit, de la propriété qu'il manifeste après cette séparation d'éluder toute action du même acide? Il n'est pas plus facile d'expliquer ces phénomènes dans l'idée d'une division purement méchanique, que dans celle d'une vraie dissolution. L'effet ne prouve rien que conséquemment à la cause qui le détermine immédiatement; cette cause restant inconnue, on ne peut en tirer aucune induction sûre.

Les faits qui combattent le systême de la dissolution se réduisent donc à la séparation du métal par le filtre, à la précipitation spontanée en état métallique; mais on ne doit les regarder comme faits contraires qu'autant qu'ils s'excluent absolument & dans tous les temps successifs, qu'autant qu'ils se correspondent dans des degrés égaux d'effet ou de produit, qu'autant qu'ils ne peuvent se concilier dans aucune supposition possible; encore n'est-ce bien souvent que par défaut de connoissances que nous sommes conduits à nier la possibilité de les rapprocher; souvent aussi l'habitude de considérer les effets comme absolus nous trompe; on ne soupçonnoit pas, il y a peu d'années, qu'une même quantité de métal pût être tenue en dissolution de deux manières différentes dans le même acide, qu'il y eût un degré de dissolution au-delà de celui qui rend la terre métallique susceptible de passer par le filtre; que le métal pût retenir dans ces dissolutions plus ou moins de phlogistique, &c. On sait aujourd'hui que la chaux de manganèse qui colore son dissolvant n'est point dans un état de dissolution parfaite, que la dissolution nitreuse de cuivre qui est bleue retient plus de phlogistique que celle qui est verte, &c. (*Voyez* PHOSPHORE DE MANGANESE, NITRE DE CUIVRE, NITRE MERCURIEL, &c.). Appuyés de ces exemples, abandonnons un moment l'habitude de chercher toujours les effets les plus familiers, de ne vouloir juger que d'après eux, & peut être découvrirons-nous la vraie cause du phenomène dans quelqu'une des hypothèses qui peuvent servir à en concilier toutes les circonstances.

L'*acide nitreux* ne dissout pas l'or, parce qu'il ne peut lui enlever le phlogistique, & que c'est une condition essentielle à toute dissolution métallique; avant les expériences de l'illustre Macquer, on doutoit que la chaleur pût déphlogistiquer l'or avec le concours de l'air, un degré plus considérable produit par la réunion des rayons solaires en a démontré la possibilité: pourquoi n'admettrions-nous pas ici ce que nous voyons en tant d'autres occasions, un effet inespéré produit par le concours de plusieurs forces par elles-mêmes impuissantes? Si un métal ne devient soluble que lorsqu'il a fait échange d'une portion de son phlogistique pour une portion d'air vital, & sans doute bien plutôt à raison de ce qu'il acquiert que de ce qu'il perd, les circonstances de notre opération ne peuvent manquer d'être très-favorables à cet échange; car on ne peut tenir l'*acide nitreux* à un certain degré de chaleur, qu'il ne se forme un peu de gas nitreux, & ce gas nitreux ne peut se former que par la décomposition d'une portion de l'acide même, qui met en liberté une quantité proportionnelle d'air vital; voilà donc une troisième substance, & la plus nécessaire à la déphlogistication, qui, agissant pour ainsi dire plus en masse que dans la calcination ordinaire, peut seconder l'action des deux autres fluides, & le rendre à un certain point efficace.

Je dis à *un certain point*, & de cette condition, que l'on ne peut plus regarder comme impossible, puisque nous connoissons déja des dissolutions plus

ou moins avancées vers l'état de dissolution parfaite, dépendront les phénomènes de la décomposition par le filtre & de la précipitation spontanée; il ne sera pas difficile de rendre raison de l'état métallique de ces précipités, la chaleur cessant de favoriser l'action de l'acide, l'or, en vertu de sa plus grande affinité lui reprendra insensiblement le phlogistique dont il se sera chargé pendant l'ébullition, comme il le reprend insensiblement à l'arseniate de potasse ou sel neutre arsenical, & à l'acide gallique ou principe astringent, lorsqu'il a été précipité de l'eau régale par ces sels, quoiqu'il ait été bien certainement en état de chaux au moment du mélange des liqueurs.

M. Deyeux a annoncé des expériences qui prouvent que c'est le gas de l'*acide nitreux* qui favorise la dissolution de l'or par cet acide, & qu'il n'en dissout rien lorsqu'il est pur & privé de ce gas : je ne connois ses observations, que par ce qui en a été dit dans le journal de Paris 1781 (n°s 21 & 24), & qui est beaucoup trop succint pour me mettre à portée de juger de la solidité de ses preuves. J'observerai seulement qu'il est difficile de croire que ce soit un gas phlogistique qui augmente ici l'énergie du dissolvant, puisque le premier effet de la dissolution doit être de déphlogistiquer l'or, puisque l'acide muriatique ne devient assez puissant pour opérer cette dissolution que lorsqu'il a été au contraire privé de son phlogistique. D'ailleurs, si cela étoit, il semble que vu la facilité avec laquelle l'*acide nitreux* reprend du phlogistique par la seule impression de la chaleur, & la quantité de gas nitreux qui se forme nécessairement pendant qu'il attaque l'argent, l'action de cet acide sur l'or devroit être plus constante, beaucoup plus marquée, & même qu'il feroit très-difficile de produire les circonstances où il doit cesser d'agir absolument.

Au reste, que ce soit le gas nitreux, ou l'accumulation de la chaleur, ou l'abondance d'air vital, ou plusieurs de ces fluides réunis & agissant simultanément, qui augmentent la puissance de l'*acide nitreux*, il n'en est pas moins certain que cet acide, qui ne peut rien sur l'or, lorsqu'il est seul, lorsqu'il est pur, & dans les conditions où nous jugeons ordinairement qu'un acide dissout un métal, se trouve dans ces circonstances en état de dissolvant composé, capable de dissoudre une foible portion d'or, de lui faire éprouver à un certain point la calcination nécessaire à cet effet, de la tenir, non pas seulement divisée & suspendue, mais véritablement dissoute par attraction & équipondérance actuelle, à la manière de tous les dissolvans chymiques.

Cette conclusion ne s'éloigne nullement, comme l'on voit, de celle de M. Tillet, pour tout ce qui a rapport à l'art & à la pratique des affinages, & sur-tout des essais; elle ne s'en écarte que par quelques expressions qui n'intéressent que la théorie générale des dissolutions; mais cette théorie est le flambeau de la science; un seul phénomène qui exigeroit réellement d'autres principes, suffiroit pour obscurcir cette lumière : d'après cette réflexion, on ne trouvera pas sans doute que j'aie donné trop d'attention à celui de la suspension d'un métal dans un acide, sans dissolution.

La *platine* précipitée de l'eau régale se dissout très-bien dans l'*acide nitreux*, mais il ne l'attaque pas en état de métal, même à la faveur de la plus forte ébullition, ce qui doit s'entendre de la platine pure & exempte de tout fer; car quoique l'*acide nitreux* soit moins propre que l'acide muriatique à prendre le fer qui se trouve ordinairement mêlé à la platine, il en retient toujours une portion, soit par l'intermède du phlogistique qu'il lui laisse, soit parce que l'acide lui-même se phlogistique par la chaleur.

Cette indissolubilité de la platine dans l'*acide nitreux* bouillant semble lui donner ici un avantage sur l'or, & prouver qu'elle retient plus fortement son phlogistique; mais elle ne soutient pas long-temps cette comparaison; les expériences que j'ai publiées dans les Elemens de Chymie de l'académie de Dijon ne permettent pas de douter qu'elle ne soit attaquée par le nitre en fusion, tandis que ce sel neutre n'a aucune action sur l'or. *Voyez* NITRE.

M. Tillet a donné depuis, dans les mémoires de l'académie pour 1779, des observations bien intéressantes sur la dissolubilité de la platine dans l'*acide nitreux* lorsqu'elle est alliée à d'autres métaux.

Si on mêle l'*argent* fin & la *platine* (dit ce savant académicien), la liqueur dissolvante se trouble, devient noire & n'acquiert point de transparence, quelque temps qu'on la fasse bouillir sur le feu, même après le refroidissement, & quoiqu'on ait l'attention de la laisser assez long-temps dans le repos. Le précipité noir qu'on trouve au fond du matras, après avoir été lavé & recuit, a la couleur & toutes les apparences de véritable platine.

Le fait réduit à ces circonstances pourroit encore paroître incertain; mais M. Tillet a filtré la liqueur à travers un papier plié en quatre, il a mis dans la liqueur filtrée & étendue de beaucoup d'eau une plaque de cuivre qui a précipité l'argent, & avec lui la platine qui étoit restée en dissolution. La présence de ce dernier métal n'étoit pas équivoque, il donnoit au précipité d'argent revivifié une forme de ramification brillante tout-à-fait extraordinaire (ce qui arrive aussi dans la fusion de l'argent avec la platine), d'ailleurs l'argent fut bientôt couvert d'une poudre brune; cette poudre étoit de la platine altérée, & même à un plus haut degré que celle qui s'étoit déposée dans la dissolution avant la filtration. Cette altération est analogue à celle que lui fait éprouver le nitre en fusion, & en rend à chaque fois une portion irréductible.

Lorsque

Lorſque, par le moyen d'une fuſion parfaite, on mèle une certaine quantité d'*or* fin, d'*argent* fin & de *platine* pure, ou même devenue ductile par les procédés de M. le baron de Sickingen, le phénomene eſt encore plus marqué, alors la platine eſt *parfaitement diſſoluble dans l'eſprit de nitre pur & dépouillé de tout acide marin*, la liqueur devient tranſparente, même ſur le feu, & l'or reſte au fond du matras.

Si on n'a fait entrer la platine dans cet alliage que pour $\frac{1}{24}$ de l'or, & qu'on ait mis environ trois parties d'argent pour une partie d'or, *on peut parvenir à dépouiller totalement les cornets d'or du peu de platine qu'ils contiennent; ce métal ſi rebelle, quand il eſt ſeul, aux plus vives attaques de l'*acide nitreux, *céde facilement à ce même acide quand il ſe trouve combiné avec l'or & l'argent.* Cette diſſolution conſtante, *& plus parfaite peut être que celle de la platine ſeule par l'eau régale*, n'a lieu qu'à la faveur d'une exacte combinaiſon des trois métaux.

Si la platine eſt en plus grande proportion dans l'alliage, les cornets de départ ſe trouvent toujours avec ſurcharge qui vient d'une portion de platine qui n'a pas été diſſoute; ainſi un alliage d'une once d'or, deux gros de platine, & deux onces ſix gros d'argent ont laiſſé après le départ, à la maniere ordinaire, les cornets avec ſurcharge de vingt-quatre grains; mais cet excédent de poids peut être enlevé par une ſeconde opération, & d'autant plus facilement, que cet excédent eſt plus foible relativement à la quantité d'or des cornets.

La liqueur tenant l'argent & la platine a été ſoumiſe par M. Tillet à diverſes épreuves. 1°. Il l'a précipitée *par le cuivre* comme celle dont il a deja été fait mention, & il a eu les mêmes réſultats.

2°. Il l'a précipitée par l'*acide muriatique*, après l'avoir étendue de partie égale d'eau diſtillée: lorſque cet acide n'en a plus rien précipité, il l'a laiſſée en repos pendant quelques jours; & l'ayant décantée, il a reconnu que le précipité étoit l'argent pur uni à l'acide muriatique, & dépouillé de toute platine.

3°. La liqueur qui avoit été décantée, & qui tenoit la platine en diſſolution, fut ſaturée de potaſſe, & filtrée pour recueillir le précipité de platine; mais quelques précautions que prit M. Tillet pour rendre la précipitation complette & pour revivifier la platine précipitée, en la traitant, ſoit avec le *minium*, ſoit avec le cuivre & le flux réductif, il ne retrouva jamais dans le plomb & dans le cuivre réduits qu'une ſi petite portion de platine, qu'il n'y auroit pas fait attention, ſi ſon objet n'eût pas été de l'y chercher. On voit par-là que ce ſavant Académicien n'étoit pas prévenu de la propriété qu'a la platine, ſuivant l'obſervation de l'illuſtre Bergman, de former un ſel triple avec l'acide & l'alkali végétal; mais M. Tillet a ſu ſe mettre à l'abri de l'erreur qui pouvoit venir de cette propriété, en variant les procédés, & cherchant la confirmation du même réſultat par l'expérience ſuivante.

4°. Il chercha la platine, tant dans le dépôt que dans la liqueur qui l'avoit fourni; pour cela il précipita d'abord, par l'acide muriatique, tout l'argent d'une diſſolution nitreuſe de platine faite par le moyen de l'alliage, & qu'il ſavoit tenir ſoixante grains de ce métal, il ſatura la liqueur décantée d'alkali fixe végétal, & la fit évaporer lentement au feu de ſable, en obſervant de remêler à la liqueur le ſel qui s'attachoit aux parois, pour réunir le tout en une ſeule maſſe. Cette maſſe, diviſée en pluſieurs parties pour être traitée à la réduction par le flux noir, avec addition de ſuffiſante quantité de cuivre pour s'emparer de la platine revivifiée, a donné, dans toutes les opérations, un culot qui, éprouvé par l'*acide nitreux*, ne tenoit que le *tiers* de la quantité de platine qui exiſtoit dans le réſidu de la diſſolution.

5°. La perte a été moins conſidérable en faiſant évaporer la diſſolution nitreuſe de platine immédiatement après la précipitation de l'argent, & ſans ſaturer la liqueur décantée par l'alkali; cependant le réſidu de l'évaporation traité à la réduction avec quatre fois ſon poids de cuivre n'a encore laiſſé dans le bouton métallique que moitié de la platine qui devoit s'y trouver.

Le *cuivre* paroît auſſi favoriſer la diſſolution de la platine dans l'*acide nitreux;* un alliage de cinquante-ſix grains de cuivre & de deux grains de platine n'a laiſſé, après avoir été traité dans cet acide aidé de l'ébullition, qu'un précipité qui, lavé & recuit, peſoit ſeulement un grain trois quarts. La portion reſtée dans l'acide n'a pu être réduite en métal.

Enfin, M. Tillet a obſervé que lorſqu'on préſentoit à l'*acide nitreux* cet alliage de cuivre & de platine dans les proportions ci-deſſus, & dans la forme d'une lame très-mince, la platine conſervoit, après la diſſolution totale du cuivre, exactement la même forme avec les arrêtes auſſi vives & le *morfil* encore viſible que le *ciſoire* avoit occaſionné, n'ayant éprouvé qu'une retraite dans toutes ſes dimenſions. Une plaque de cet alliage, de ſept lignes deux tiers de longueur, ſur trois lignes trois quarts de largeur, ſe trouva réduite après la diſſolution du cuivre à trois lignes un tiers de longueur & deux lignes un quart de largeur, & le recuit qui fut donné enſuite à cette petite feuille ne produiſit aucun changement ſenſible dans ſes dimenſions.

* Voilà ſans doute des faits bien extraordinaires: un métal rendu ſoluble à la faveur d'un alliage dans un acide qui ne l'attaque pas lorſqu'il eſt ſeul; un métal qu'on a cru auſſi parfait que l'or, réſiſtant comme lui à la coupellation, & qui paroît ſe décompoſer & en quelque ſorte ſe détruire; une retraite de près de moitié, qui s'opère ſur une ſubſtance métallique ſans fuſion, ſans recuit

& pendant la dissolution des parties alliées ! Tels sont les phénomènes que présentent les observations de M. Tillet, & dont il n'est pas possible de douter, lorsqu'on a suivi, dans le mémoire de ce célèbre Académicien, toutes les précautions qu'il a prises, toutes les preuves qu'il a réunies pour en constater la réalité.

Si nous n'avions à expliquer que le premier de ces phénomènes, on pourroit croire qu'il se forme ici un dissolvant composé de l'acide & de la chaux métallique ; j'ai déjà remarqué que nous n'avions pas donné jusqu'à présent assez d'application à cette espèce de dissolvans pour juger toute leur puissance ; cette hypothèse ne me paroit répugner à aucun des principes établis, elle acquiert même quelque vraisemblance, lorsqu'on considère que le métal de l'alliage, qui perd le premier une portion de son phlogistique, se rapproche par cela même de l'état d'acide (*Voyez* ACIDE METALLIQUE), que du moins il conserve une tendance à reprendre cette portion de phlogistique qui ajoute infailliblement à la somme des forces qui existent dans le mêlange, pour déphlogistiquer à son tour le métal plus résistant. Ainsi, on concevroit, par exemple, que dans le premier instant l'argent seul est attaqué ; le phlogistique qu'il perd sort du mêlange sous forme de gas nitreux, il n'en reste donc plus dans la liqueur que ce qui est nécessaire à la saturation des deux terres métalliques ; s'il n'y avoit pas d'acide excédent, toute action cesseroit sans doute, mais l'affinité, par elle-même impuissante, de cet acide surabondant sur le phlogistique de la platine venant à être aidée par l'action simultanée, quoiqu'également impuissante de la chaux d'argent pour se revivifier aux dépens de la platine, une portion de cette dernière peut être obligée de céder son phlogistique qui, une fois dégagé, est bientôt transformé en gas nitreux, & il n'est plus étonnant que la chaux de platine qui a souffert cette perte soit tenue en dissolution avec la chaux d'argent, s'il y a pour cela une quantité suffisante d'acide.

Cependant le fait de la dissolubilité de la platine est tellement lié avec les deux autres phénomènes, que ce n'est qu'avec la plus grande réserve que j'ose proposer cette explication, uniquement fondée sur la théorie générale, & qui ne se relie en aucune manière à la circonstance de l'altération que la platine paroit éprouver dans toute sa substance. Au reste j'ai déjà annoncé que le nitre seul en fusion étoit une *épreuve* aussi *terrible* que celle de M. Tillet pour ce métal, que l'on nomme *parfait*. Ce moyen, qui n'a rien de commun avec la dissolution à la faveur de l'alliage, concourt ici à fortifier la probabilité de mon hypothèse, puisque les deux effets peuvent être séparés ; comme il est plus simple, je m'en servirai ailleurs pour déterminer, autant qu'il sera possible, la vérité & les progrès de l'altération de la platine dans sa substance essentielle.

Lorsqu'on fait dissoudre dans l'*acide nitreux* une substance qui tient du phlogistique, il se dégage toujours du gas nitreux : or nous avons vu que ce gas étoit formé du radical nitreux, & pouvoit reproduire l'acide par l'addition de l'air vital ; d'où il résulte que dans toutes ces dissolutions, il y a toujours une portion de l'acide décomposée ; cette portion est moins considérable quand la dissolution est plus lente & moins accompagnée de vapeurs rutilantes ; mais comme il est nécessaire que le métal perde de son phlogistique pour entrer en combinaison avec l'acide, il doit se former aussi à la longue un peu de gas nitreux, qui se dissipe plus insensiblement. Il ne paroit pas que M. Wenzel ait fait état de cette perte nécessaire de l'acide dans ses expériences pour déterminer la quantité d'*acide nitreux* qu'exigent les différens métaux pour leur dissolution, & cette circonstance ne peut manquer de jetter de l'incertitude sur ses résultats, parce qu'il n'y a aucune raison de croire que cette perte se fasse toujours dans la même proportion.

J'ai déjà annoncé que, suivant la rapidité ou la lenteur de la dissolution, elle retenoit plus ou moins de phlogistique ; on en trouvera des exemples frappans aux articles *nitre mercuriel*, *nitre de cuivre*, &c.

Quand l'*acide nitreux* déjà engagé dans une base se trouve dans un mêlange fluide en contact avec un autre sel neutre, les *doubles affinités*, ou les produits de l'action simultanée de quatre substances, déterminent des effets que l'on a regardés longtemps comme faisant exception aux loix générales des affinités, mais qui n'en sont réellement que des conséquences, ainsi que l'a fait voir l'illustre Bergman.

C'est ainsi que le nitre calcaire décompose le vitriol de potasse & le vitriol de soude.

M. Cornette, qui s'est appliqué à vérifier ces faits déjà observés par MM. Margraff & Baumé, assure qu'il en est de même du nitre magnésien, c'est-à-dire, qu'il y a échange de bases entre les deux acides, lorsqu'il est mis en contact dans un fluide avec le vitriol de potasse ou le vitriol de soude, quoiqu'il ne s'annonce par aucun précipité sensible, parce que le vitriol magnésien qui se forme, reste en dissolution dans la liqueur. (*Acad. royale des Sciences*, *ann. 1780*, *pag. 338.*)

Le même Académicien place au nombre de ces faits la décomposition du vitriol magnésien par le vitriol calcaire ; mais il n'y a dans ce cas aucune anomalie apparente, puisqu'il est tout simple que l'acide le plus puissant s'empare de la base calcaire avec laquelle il a plus d'affinité, & que l'*acide nitreux*, forcé de la lui céder, reprenne la magnésie qui se trouve libre.

On a vu au commencement de cet article (§. 3, n°. 11.) un problême du même genre, dont la solution paroissoit bien plus difficile, puisque l'*acide*

nitreux, quoique le plus fort, laisse dans ce cas la base alkaline à l'acide muriatique plus foible, & reste uni à la terre calcaire, & cependant, à l'aide d'un simple calcul, ce phénomène rentre dans l'ordre. L'explication assez étendue que j'en ai donnée s'applique tout naturellement aux anomalies que je viens d'indiquer. C'est par la même raison que l'acide muriatique ou un acide encore inférieur en puissance, enlève dans certaines circonstances, les bases alkalines à *l'acide nitreux*. *Voyez* ACIDE MURIATIQUE, ACIDE NITREUX PHLOGISTIQUE, & AFFINITE DOUBLE.

M. Baumé a observé que l'*acide nitreux* traité à la distillation sur le vitriol de potasse dégageoit l'acide vitriolique, & prenant sa place, formoit du nitre; & comme il étoit d'ailleurs très-certain que l'acide vitriolique décomposoit absolument le nitre, les Chymistes admettoient une affinité réciproque pour l'explication de ces phénomènes; mais M. Bergman a reconnu que cette décomposition prétendue réciproque avoit un terme par rapport à l'action de l'*acide nitreux*, & qu'elle ne s'opéroit qu'à la faveur de la propriété du vitriol de potasse, de prendre un excès d'acide. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE.

Le barote, ou terre du spat pesant, est de toutes les bases connues celle que préfère l'*acide nitreux;* cependant il la cède à l'acide oxalin, lorsque celui-ci lui porte en échange l'alkali volatil.

Au contraire, l'*acide nitreux* ne cède pas la base ammoniacale à l'acide vitriolique, lorsque celui-ci est saturé de mercure.

L'illustre Bergman remarque très-bien que les précipitations métalliques dans les acides ne s'opèrent jamais que par affinité double; ainsi, la chaux de cuivre ne décompose pas le nitre d'argent, il faut que le phlogistique intervienne comme quatrième principe.

Il est bien connu que l'*acide nitreux* laisse aller à l'acide muriatique les chaux d'argent, de mercure, de plomb, d'étain & d'antimoine, qui, à raison de cette propriété, ont été nommés *métaux blancs ou lunaires*.

M. Cornette a entrepris de prouver qu'il en étoit de même du cuivre, du fer, du cobalt, &c. (*Acad. des Sc. ann. 1779, pag. 487.*) & ses expériences s'accordent avec les observations qui ont déterminé le rang dans lequel les indique la table de M. Bergman, ce qui montre de plus en plus la futilité de cette distinction de métaux lunaires & métaux solaires; mais je ne puis adopter la conséquence qu'en tire M. Cornette, que l'acide muriatique est plus puissant, parce qu'en admettant ce fait comme une preuve de supériorité, il faudroit placer avant lui des acides végétaux qui lui disputent & lui enlèvent, ainsi qu'à l'acide vitriolique, ces mêmes bases métalliques. *Voyez* ACIDE MURIATIQUE.

§. VII. *De l'action de l'*acide nitreux *sur les huiles.*

C'est une propriété remarquable de l'*acide nitreux* d'enflammer les huiles. Borrichius & Slare sont les premiers qui en aient fait l'observation; Hoffman assure avoir produit ce phénomène avec l'huile de girofle, sans avoir eu aucune connoissance de ce que Homberg en avoit communiqué à Slare. L'opération se fait dans un petit vaisseau évasé; on y met une once d'huile essentielle de thérébentine, de gayac, &c. on verse dessus pareille quantité d'*acide nitreux*, dont la pesanteur spécifique soit à-peu-près 1,525; la projection se fait en deux fois, c'est-à-dire, d'abord des deux tiers environ, & l'autre tiers sur la partie qui paroît la plus épaisse; on a la précaution d'ajouter un long manche au vase qui contient l'acide, pour n'être pas exposé à recevoir les jets que la réaction des liqueurs porte quelquefois très-loin. Cette inflammation laisse un charbon noir, celle de l'huile empyreumatique de gayac le donne d'un volume très-considérable, qui n'est toujours néanmoins que la partie la plus épaisse de l'huile qui a été emportée par la vivacité de la flamme, & qui est prodigieusement raréfiée.

Les huiles douces siccatives peuvent être enflammées de la même manière; mais pour les huiles grasses, on est obligé d'y porter, avec l'*acide nitreux*, de l'acide vitriolique très-concentré. Suivant M. Macquer, l'acide vitriolique sert ici à déflegmer tout à la fois l'*acide nitreux* & l'huile; d'autre côté, M. Baumé croit que l'acide vitriolique change la nature de l'huile, la rapproche de l'état de résine, sépare ses principes mucilagineux & aqueux, & la réduit enfin à la nature d'une huile siccative qui s'enflamme par l'*acide nitreux* seul. M. Proust s'écarte de ces deux opinions, ou plutôt il restreint la première à la concentration de l'*acide nitreux* par l'acide vitriolique, ainsi que M. Rouelle l'avoit d'abord proposée, & il rapporte plusieurs expériences qui l'autorisent à conclure, 1°. que pour peu que l'acide vitriolique déflegme les huiles, ou qu'il précède seulement l'action de l'*acide nitreux*, il les met dans le cas d'éluder le pouvoir de ce dernier; 2°. que l'essence de thérébentine portée à l'état résineux par l'acide vitriolique ne s'enflamme ni par l'*acide nitreux* seul, ni par l'acide mêlé à l'acide vitriolique. (*Journ. physiq. tom. XIII, pag. 441.*)

Ce mémoire de M. Proust contient un grand nombre d'autres faits qui ne sont pas moins importans à la théorie de ces inflammations spontanées de l'*acide nitreux*, que pour déterminer les substances qui peuvent servir à la production de ce phénomène, & qui deviennent congenères sous ce point de vue.

MM. Macquer & Bewly avoient annoncé que l'*acide nitreux* versé sur le charbon sec, même

chaud, ne donnoit aucune marque d'inflammation : M. Prouſt eſt revenu ſur cette expérience ; il a verſé de l'*acide nitreux* concentré ſur le charbon de la matière extractive de l'urine, calciné & refroidi, ſur un charbon d'extrait de Carthame, ſur un charbon d'huile de corne de cerf, ſur le réſidu de la diſtillation de cette ſubſtance animale, ſur le charbon de terre, ſur du noir de fumée, ſur du charbon de bois ordinaire ; & l'inflammation réuſſit conſtamment lorſque ces matières charbonneuſes avoient été calcinées & pulvériſées. L'expérience ſur le charbon devenoit capitale, parce qu'on avoit penſé juſques-là que l'*acide nitreux* non combiné n'étoit pas inflammable par le contact des matières phlogiſtiques ; ce fut ce qui engagea les commiſſaires de l'Académie de Dijon à la répéter le 21 avril 1779, à la ſeance du cours de chymie : nous obſervâmes, comme le recommande M. Prouſt, d'employer le charbon avant qu'il eût eu le temps de reprendre de l'humidité ; on l'avoit mis en poudre dans le creuſet où il devoit ſécher, & on avoit retiré le creuſet du fourneau trois heures auparavant, pour qu'il fût abſolument refroidi à la température de l'athmoſphère ; on verſa deſſus l'*acide nitreux*, & au lieu de le porter dans le milieu, on le laiſſa couler ſur le bord de la capſule où étoit la poudre de charbon ; l'inflammation fut ſubite & totale, accompagnée d'une gerbe d'étincelles.

On ne ſera pas ſurpris que M. Prouſt ait réuſſi à enflammer de même les réſidus charbonneux des diſtillations de l'acète de cuivre ou verdet, de l'acète de plomb ou ſucre de Saturne, les pyrophores imparfaits ou qui ont perdu leur vertu, le ſoufre, le réalgar fondus, l'hépar de ſoufre au moment où il vient d'être coulé, & l'hépar ammoniacal ou liqueur de Boyle : mais ce qui me paroit mériter une attention particulière, c'eſt l'inflammation que cet acide occaſionne lorſqu'il eſt verſé ſur le biſmuth, l'étain & le zinc en fuſion, ſur les aventurines de cuivre rouge pouſſées ſeulement au bleu, ſur la limaille d'acier & le ſafran de Mars légérement échauffés.

M. Cornette a confirmé, par de nouvelles expériences, la plupart des obſervations de M. Prouſt (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. 1780, pag. 573*). Il y a trouvé de nouvelles preuves de la différence qu'il avoit précédemment établie entre les huiles graſſes & les huiles ſiccatives ; ces dernières s'enflamment très-facilement, au lieu qu'il n'eſt pas poſſible d'obtenir cette inflammation avec les huiles graſſes. M. Cornette a eſſayé de verſer l'acide fumant ſur de l'huile d'olive échauffée à 55 degrés, d'employer l'acide à un égal degré de chaleur, de faire bouillir l'huile ſur la potaſſe ſeche, de prendre l'huile ſéparée du ſavon décompoſé par l'alun, de la diſtiller ſur la craie & ſur la potaſſe ſèche, de la faire altérer par le feu juſqu'à devenir noire, de la tenir d'abord en digeſtion avec l'acide, de la diſtiller tout de ſuite avec l'*acide nitreux* ; toutes ces manipulations ont été inutiles, quelques-unes ont produit une effervescence plus vive, un bouillonnement plus conſidérable, mais jamais d'inflammation ; lors même qu'à l'exemple d'Hoffman, M. Cornette a mêlé l'huile d'olive à l'huile de therebentine, cette dernière ſeule s'eſt enflammée, une partie de l'huile graſſe a été lancée hors du vaiſſeau, & ce qui en reſta avoit acquis une conſiſtance épaiſſe.

Quelques Chymiſtes ont penſé que c'étoit le mucilage de ces huiles qui les mettoit en état de réſiſter à l'action de l'*acide nitreux* ; M. Cornette eſt plus diſpoſé à croire que cette différence vient de ce qu'elles contiennent moins de phlogiſtique. L'obſervation ſuivante me paroit prouver en effet que ce n'eſt point l'abondance de la partie mucilagineuſe qui s'oppoſe à l'inflammation.

Je faiſois évaporer, il y a quelques années, ſur le feu de ſable, dans une caſſerole de porcelaine, un mêlange d'*acide nitreux* & de bouillon fait avec les os dans le digeſteur de Papin ; lorſque la liqueur fut réduite au point de couvrir à peine le fond plat de la caſſerole, elle s'enflamma ſubitement, & laiſſa un charbon auſſi léger & preſque auſſi volumineux que celui que l'on trouve après l'inflammation de l'huile de gayac.

Puiſque le phénomène a lieu avec des ſubſtances métalliques dans leſquelles le phlogiſtique eſt pur, & ne peut être ſoupçonné dans l'état huileux, il ne peut plus reſter de doute ſur ſa véritable cauſe, elle eſt uniforme dans toutes les circonſtances : ce n'eſt pas l'huile qui s'enflamme, c'eſt bien moins encore l'huile épaiſſie en conſiſtance réſiniforme, mais le charbon formé de ces ſubſtances ; auſſi, comme le remarque M. Prouſt, les Chymiſtes qui ſe ſont occupés de ces expériences ſavent-ils depuis long-temps que même avec l'huile eſſentielle il faut opérer en deux temps ; qu'il faut commencer par en noircir une portion par l'*acide nitreux*, qu'alors on eſt arrivé au terme le plus voiſin de l'inflammation, & que pour l'obtenir, il ſuffit de verſer quelques gouttes ſur cette même portion noire. Ce Chymiſte a ajouté aux preuves de cette vérité, en eſſayant d'enlever à chaque fois l'eſpèce de champignon produit par le premier jet de l'acide ; de cette manière, il eſt parvenu à convertir ſucceſſivement toute une quantité donnée d'huile de gayac en pareils charbons ſpongieux, ſans qu'il y ait eu inflammation ; & ayant verſé de l'*acide nitreux* ſur ces charbons raſſemblés, ils ont été ſur-le-champ embraſés ſans flamme ni fumée. Ainſi les huiles eſſentielles ne s'enflamment plus facilement, que parce qu'elles réſiſtent moins à la première action de l'acide, que parce qu'elles ſe laiſſent pénétrer plus intimement, & ſont par-là plus diſpoſées à paſſer à l'état charbonneux ; ainſi l'acide vitriolique ne favoriſe très-certainement l'inflammation des huiles graſſes, qu'en augmentant l'action qui doit briſer leur tiſſu plus ſolide, & les porter auſſi à l'état charbonneux ; mais comme cette

action peut être augmentée par la présence de l'acide vitriolique, indépendamment du degré de concentration qu'il donne à l'*acide nitreux* en lui prenant son eau surabondante, je ne pense pas que l'on puisse affirmer qu'il se borne à ce dernier effet, même en admettant pour condition essentielle de l'inflammation qu'il soit mêlé avec l'*acide nitreux*, & ne precede pas son action sur l'huile.

Le phénomene réduit à ses vraies circonstances, son explication ultérieure découle des principes que nous avons établis jusqu'à présent; il suffit de présenter à l'*acide nitreux* concentré une matière qui tienne beaucoup de phlogistique, où ce phlogistique soit à nud, où il se rencontre en même temps en une infinité de points, telle que le charbon sec en poudre, un métal très-divisé, &c. Cet acide est aussi-tôt décomposé, parce qu'il ne peut s'unir au phlogistique, ainsi que l'air vital dont il est formé, sans mettre en liberté la matière de la chaleur; & cette matière accumulée instantanément en certaine quantité, est précisément ce que nous appellons inflammation.

Quelques Chymistes expliquent ce phénomène par la formation subite d'un soufre particulier qui a la propriété de s'enflammer; mais nous ne connoissons point d'autre *soufre nitreux* que celui que nous appellons *gas nitreux*, qui est absolument analogue aux soufres vitriolique & phosphorique, qui, comme eux, ne contient que le radical de l'acide, qui peut brûler plus ou moins lentement, & produire de la chaleur, en mettant en liberté celle de l'air qui sert à sa combustion, mais dont il n'est pas plus possible de concevoir l'inflammation spontanée sans accumulation de ce principe de la chaleur (*Voyez* CALORIFIQUE). S'il y a quelque différence entre ces soufres, elle me paroît venir uniquement de la propriété du radical nitreux de se décomposer à un certain degré de chaleur, & de ce que ne se retrouvant plus, comme les radicaux vitriolique & phosphorique, pour enchaîner le principe acidifiant, l'état de liberté qu'il recouvre augmente les effets ordinaires de la combustion.

II. L'*acide nitreux* est, de même que les autres acides, susceptible de former, avec les huiles, des combinaisons plus tranquilles, qu'il convient encore d'examiner, & qui ont donné lieu à un grand nombre de recherches & d'observations de MM. Achard, Cornette & Hasse

M. Achard a traité d'abord, avec l'*acide nitreux*, les huiles grasses, dans la vue de les porter, s'il étoit possible, à l'état de savons acides. (*Journ. phys. tom. XVII, page 107.*)

Il a fait digerer deux onces d'*huile de lin* avec quatre onces d'*acide nitreux* fumant, affoibli avec autant d'eau qu'il en falloit pour lui ôter la propriété de s'exhaler en vapeurs rouges; au bout de quelques jours, l'huile s'étoit épaissie & changée en une masse blanche de la consistance du beurre, qui se fondoit par la chaleur, qui redevenoit solide par le refroidissement; mais qui n'avoit aucun caractère savonneux.

Il en a été de même de l'*huile d'olive* & de l'*huile d'amandes douces*.

Le mélange de l'*huile de lin* bouillante avec l'*acide nitreux* fumant a donné, par une longue trituration, une masse jaunâtre, épaisse, également indissoluble dans l'eau, & conservant tous les caractères de l'huile.

L'altération de l'*huile d'olive* n'a pas été plus considérable, lorsqu'elle a de même été mêlée bouillante & triturée dans un mortier de verre avec l'*acide nitreux* fumant; ce n'étoit encore que de l'huile figée.

Cette huile figée, traitée à la distillation dans une cornue de verre, il passa d'abord quelques gouttes d'acide, qui n'étoit que l'*acide nitreux* chargé de quelques parties huileuses qui s'en séparèrent en floccons blancs par l'addition de l'alkali; à une chaleur plus forte, il vint une huile jaune qui ne se congéla pas, il resta dans la cornue une matière résineuse noire.

L'*huile d'amandes douces*, épaissie par la digestion avec l'*acide nitreux*, donna les mêmes produits à la distillation; en changeant de récipient pour recueillir séparément l'huile fluide, M. Achard remarqua une odeur très-forte, & qui ressembloit tellement à celle qui s'exhale pendant la distillation des graisses animales, qu'il fut tenté de soupçonner que l'*acide nitreux* avoit donné ce caractère à l'huile d'amandes douces.

L'*huile de karabé* s'est simplement épaissie par la digestion avec l'*acide nitreux*; mais le mélange ayant été chauffé jusqu'à l'ébullition, l'huile a pris la consistance de la therébentine, & avoit alors tous les caractères d'une véritable résine. L'acide avoit pris une couleur jaune, l'addition de l'alkali en précipita une matière blanche en floccons; en ajoutant de l'alkali par excès, cette matière disparoissoit & passoit à l'état de savon.

M. Achard a observé les mêmes phénomènes avec les *huiles essentielles* de *therébentine*, de *camomille*, de *sassafras*, d'*angélique*, d'*aneth* & de *fenouil*.

L'*huile essentielle d'anis* a été aussi convertie en résine, mais avec des circonstances qui méritent de trouver place ici: l'*acide nitreux* ayant bouilli sur cette huile près de quatre heures, avoit pris une couleur jaune, & il laissa deposer, en refroidissant, une matière blanche, crystallisée comme des floccons de neige, ce qui n'arrive pas avec les autres acides. M. Achard ayant séparé ce dépôt, versa l'acide sur l'huile d'anis avec laquelle il avoit deja bouilli, & le fit bouillir une seconde fois; il s'y forma encore, par le refroidissement, une matière blanche crystalline; en répétant plusieurs fois cette opération, l'huile fut entièrement dissoute, & s'en separa en partie par le refroidissement.

Cette matière crystalline édulcorée & traitée à la distillation dans une cucurbite de verre garnie

de son chapiteau, s'est sublimée en entier en aiguilles longues, brillantes & très-blanches; elle étoit indissoluble dans l'eau, soluble dans l'esprit-de-vin, dans l'éther & dans tous les acides, & formoit des savons avec les alkalis. D'où M. Achard conclut que la matière crystalline produite dans cette opération a des propriétés communes, ou plutôt *moyennes* entre le camphre & les résines.

M. Cornette a également compris, dans son travail sur les combinaisons des acides avec les huiles, l'examen de l'altération que leur causoit l'*acide nitreux* (*Mém. de l'Académ. roy. des Scienc. ann. 1780, pag. 567*), il n'a pas cru devoir employer cet acide très-concentré, pour que son action ne fût pas trop vive; il l'a pris à 1,3125 de pesanteur spécifique, au surplus précipité par la dissolution d'argent & redistillé, c'est-à-dire, de l'eau-forte de Meyer.

Une once de cet acide versé sur une demi-once d'*huile de thérébentine*, nouvellement rectifiée, n'a point occasionné de chaleur; le mélange ayant été mis sur le feu & agité, l'acide qui avoit pris une couleur jaune devint clair, & l'huile se colora; il y eut, quelque temps après, un bouillonnement considérable, accompagné de beaucoup de vapeurs rutilantes; l'huile acquit la consistance de la thérébentine ordinaire, & l'acide resté dans la capsule n'avoit qu'une couleur ambrée.

Les huiles essentielles de *romarin*, de *genièvre*, de *marjolaine*, de *thym*, de *rue* & de *sabine* se comportèrent à-peu-près de la même manière; celle de *lavande* fournit des vapeurs blanches qui s'élevoient à peine, & qui avoient une odeur désagréable & très-nauséabonde; elle ne s'évapora point comme l'huile de thérébentine; la portion qui resta étoit épaisse & tenace, se ramollissoit par la chaleur, reprenoit, en refroidissant, la consistance résineuse, & conservoit, en cet état, une grande partie de son odeur; ce qui est contraire à l'observation d'Hoffman, qui assure qu'elle la perd absolument dans cette opération.

Si on arrête cette opération précisément à l'instant où l'acide est encore trouble & coloré, & qu'on en sépare l'huile, l'acide ne rend pas l'eau laiteuse; cependant il tient de l'huile en dissolution, puisque si on le fait évaporer à siccité, il reste une matière grasse d'un rouge assez foncé, qui, délayée dans l'eau, la surnage & paroît comme de l'huile à sa surface.

M. Cornette a senti qu'il étoit important de connoître la nature des vapeurs qui se dégageoient pendant le bouillonnement considérable de ces mélanges, il les a reçues dans un appareil pneumatique; & quoiqu'une partie de la matière ait passé dans le siphon, il a obtenu cinquante-cinq pouces cubiques de fluide aériforme qui étoit en grande partie du gas nitreux.

Les huiles de *lin*, de *noix*, de *navette* ont pris avec l'*acide nitreux*, par le même procédé, une couleur très-foncée; elles ont acquis une consistance solide, c'étoit une vraie résine, soluble dans l'esprit-de-vin; ce qui vient encore à l'appui de l'opinion de M. Cornette, que les *huiles siccatives* se rapprochent des huiles essentielles. Au reste, elles n'ont jamais donné de savon acide.

Pour les *huiles grasses* de la nature de celles d'*olive* & de *been*, la plus longue digestion avec l'*acide nitreux* n'a pu leur faire contracter aucune couleur, elles ont acquis un peu plus de consistance, & dans cet état d'épaississement, elles étoient presqu'entièrement solubles dans l'esprit-de-vin, ainsi que l'avoient observé MM. Geoffroy & Macquer; mais au bout de quelque temps, la plus grande partie de l'huile s'est séparée spontanément, & refusoit de se dissoudre de nouveau. M. Cornette avertit que l'on ne doit pas regarder le mouvement qui s'excite sur le feu dans le mélange de ces huiles avec l'*acide nitreux*, comme une suite de l'action, qu'il n'est dû au contraire qu'*au défaut de miscibilité*, & à l'effort impétueux que fait l'acide pour écarter l'huile nageant à sa surface, & qui s'oppose à son expansion; la preuve de cette vérité est qu'en remuant le mélange on arrête cette raréfaction.

Les résultats ont été absolument semblables avec les autres huiles du même genre, comme l'huile d'*œillet*, celle d'*amandes douces*, & avec la *graisse de porc*, le *suif de mouton* & le *beurre de cacao*; les seules différences qu'ait observées M. Cornette, c'est que l'axonge de porc a fourni beaucoup de bulles d'air & le suif très-peu; que le suif avoit acquis plus de mollesse, & l'axonge plus de solidité; au reste, tous les deux étoient également solubles dans l'esprit-de-vin.

L'*acide nitreux* affoibli a blanchi, en une demi-heure, la *cire jaune*, à l'aide d'une légère ébullition, & sans lui causer d'autre altération.

Enfin, ce savant académicien a observé que le *karabé* ou succin digéré dans l'*acide nitreux* affoibli, devenoit plus soluble dans l'esprit-de-vin. *Voyez* ALKOHOL KARABIQUE.

Avant de rapprocher les conséquences de ces faits, j'en recueillerai encore quelques-uns dans le mémoire de M. Hasse, publié dans le recueil de M. Crell. (*Neveslen entdeckungen in der chemie, part. IX.*)

M. Hasse a été conduit à ces recherches par l'observation du célèbre Margraff, que l'*acide nitreux*, en s'unissant au karabé ou succin, en formoit une résine particulière qui avoit l'odeur d'ambre. Il a porté ses expériences sur les baumes fluides, les huiles essentielles & les huiles grasses.

Ayant mis dans une capsule de porcelaine soixante grains de *baume de copahu*, il y ajouta peu-à-peu, & avec précaution, 120 grains d'*acide nitreux* fumant; à chaque projection, il y eut une violente effervescence, accompagnée de vapeurs

fuffoquantes, la liqueur prit une couleur brune. Quand tout le mêlange fut fait, il ajouta de l'eau diftillée, par le moyen de laquelle il fe fépara tout de fuite une matiere réfineufe qui, lavée dans plufieurs eaux, avoit une belle couleur d'or, une odeur encore approchant de celle du baume, & qui pefoit vingt-un grains.

Vingt grains de cette réfine furent diffous à une chaleur douce dans 120 grains d'efprit-de-vin; cette diffolution étoit d'un brun rouge, & formoit un très-bon vernis; elle avoit encore un goût empyreumatique affez fort; l'eau précipita cette réfine fans perte de poids.

La *thérébentine* fe comporta de la même manière, elle parut fe précipiter en poudre; mais après avoir été lavée, elle fe laiffoit paitrir, elle avoit l'odeur & le goût de la thérébentine cuite.

L'huile blanche de pétrole s'eft unie à l'acide fans aucun mouvement d'effervefcence, le mêlange eft devenu laiteux par l'addition de l'eau; il s'eft elevé, à la furface, une matiere réfineufe molle, qui avoit une faveur très-piquante & une odeur d'ambre. Cette odeur a été auffi remarquée par M. Schonwald, fuivant la note de M. Leonhardi, dans fes notes fur le dictionnaire de M. Macquer.

Soixante grains d'*huile d'afphalte rectifiée* ont manifefté une action vive en s'uniffant à 120 grains d'*acide nitreux* fumant, & ont formé fur-le-champ une réfine molle de couleur brune, qui, après avoir été lavée plufieurs fois dans l'eau, *pefoit 100 grains*, & qui avoit l'odeur & la faveur de l'ambre. Sa diffolution dans l'efprit-de-vin a donné un très-bon vernis abfolument femblable à celui qui fe fait avec le karabé ou fuccin.

Les *huiles effentielles* fe font unies à l'*acide nitreux* avec plus ou moins d'effervefcence, plus ou moins de vapeurs; l'addition de l'eau diftillée en a précipité des réfines quelquefois un peu molles, le plus fouvent folides. Celles de *laurier* & d'*écorce de citron* avoient pris une odeur particulière, les autres confervoient, ou à-peu-près, celle de l'huile qui les avoit produites. Mais tous ces précipités réfineux fe font trouvés, avec un excès de poids, prefque en proportion de l'action que les deux fubftances avoient marquées l'une fur l'autre, & qui n'a pas été emporté par des lotions répétées. Ce phénomène eft trop importanr pour ne pas donner ici la table de ces augmentations de poids.

Soixante grains	ONT DONNÉ	*de réfine lavée.*
D'huile de galbanum	. . . .	90 grains.
d'oliban	. . . .	90
de gomme animé	. . . . . .	90
de rofes	. . . .	90
d'anis	. . . .	90
de cumin	. . . .	80
d'écorce de citron	. . . .	90
de cardamome	. . . .	90
D'huile de laurier	. . . .	90 grains.
de coriandre	. . . .	90
de cubebes	. . . .	120
d'acorus	. . . .	100

L'huile *de benjoin* rectifiée fe mêla affez tranquillement avec l'acide, l'eau rendit le mêlange laiteux, il s'en fépara de l'huile épaiffie, mais point de réfine.

Les huiles de *maftic*, de *fenouil* & de *thuya* ne donnèrent qu'à-peu-près vingt grains ou $\frac{1}{3}$ de leurs poids de produit refineux. La première prit une odeur particulière, qui la faifoit diftinguer de toutes les autres.

L'huile cryftalline de *perfil*, celles de *faffafras* & de *mufcade* s'enflammerent malgré toutes les precautions; mais en obfervant de ne pas mettre la quantité d'acide fuffifante, ou d'éteindre fur-le-champ la flamme avec de l'eau, on obtint de chacune de ces huiles un peu de réfine colorée en jaune ou en brun.

L'huile animale *de dippel* rectifiée fe mêla à l'acide avec grande effervefcence & chaleur confidérable, l'eau en fépara une réfine brune qui avoit l'odeur de l'huile. M. Haffe a obfervé que cette réfine, après avoir été bien lavée & laiffée dans l'eau, fourniffoit, long-temps après, une quantité de petites bulles, qu'il foupçonne produites par l'action continuée de l'acide fur l'alkali volatil enveloppé dans cette fubftance, mais il ne s'eft point affuré de la formation d'un nitre ammoniacal, & il eft bien difficile de croire que cette huile rectifié retienne encore de l'alkali volatil, fur-tout dans l'état de combinaifon avec le gas méphitique qui feroit néceffaire pour produire l'effervefcence.

L'huile *de cire* a éprouvé d'abord peu de changement; mais l'acide ayant été mêlé par l'agitation, elle bouillonna & fournit beaucoup de vapeurs. L'eau en fépara une matière de la confiftance de la cire molle, fe laiffant paitrir dans les doigts, & qui furnageoit. Lorfqu'elle eut été bien lavée dans l'eau froide, elle avoit l'apparence du jaune d'œuf, & pefoit un tiers de plus qu'auparavant.

M. Haffe ne paroit faire aucune diftinction entre les *huiles graffes*; mais la différence des réfultats que lui ont donnés celles de ces huiles que l'on nomme *ficcatives*, eft très propre à confirmer l'idée qu'en a prife M. Cornette.

Les huiles de *lin*, de *chenevis* & de *pavot* fe font mêlées à l'acide avec bruit, bouillonnement & vapeurs fenfibles; la matière féparée par l'eau s'eft trouvée un peu plus folide, un peu plus féche, quoique fans odeur; le produit des deux premières a été de 90 grains, comme pour le plus grand nombre des huiles effentielles; celui de la dernière pefoit 100 grains.

L'huile *d'amandes douces* & l'huile *d'olive* n'ont

éprouvé d'abord aucun changement: sur la fin il y a eu un peu d'effervescence & quelques vapeurs; la matière qui en a été séparée par l'eau étoit glutineuse, sans odeur, & ressembloit moins à une résine qu'à de la cire. Le bouillonnement a été plus marqué & plus prompt avec l'huile de *jusquiame*; la matière grasse que l'eau a séparée du mélange pesoit les $\frac{2}{7}$ de l'huile employée, & avoit une odeur particulière.

On voit par-là qu'indépendamment de la propriété d'enflammer les huiles essentielles & siccatives, l'*acide nitreux* exerce sur toutes les substances huileuses une action qu'il importe de connoître, soit pour en tirer des conséquences sur leur nature particulière, soit pour en faire d'utiles applications dans les arts. Il est remarquable qu'il ne peut les mettre en état de savon soluble dans l'eau, & peut-être en trouvera-t-on la raison dans la décomposition qu'il éprouve lui-même, ainsi que nous le dirons dans un instant; mais il leur donne plus de consistance, il dispose avantageusement les huiles essentielles à entrer en combinaison avec les alkalis, il rend les huiles grasses solubles à un certain point dans l'esprit-de-vin; je dis à un certain point, parce que ce n'est réellement qu'à la faveur & par l'intermède de l'acide qu'elles ont retenu, & qui, une fois séparé, les laisse dans la même condition d'indissolubilité dans ce menstrue qu'elles avoient auparavant.

Hoffman ayant retiré une véritable résine de l'huile de lavande, en la faisant digérer avec l'*acide nitreux*, en conclut très-bien que les résines n'étoient autre chose que des *huiles subtiles coagulées par le mélange d'un acide*; mais la Chymie n'étoit pas assés avancée, il y a 40 ans, pour expliquer clairement ce qui se passe dans ces opérations: le point de théorie necessaire à cette explication n'a point échapé à M. Cornette, puisqu'après avoir rapporté les preuves de l'état résineux qu'avoit pris l'huile de lin dans une semblable opération, il ajoute: *il paroît que dans cette résine l'acide nitreux s'est en grande partie détruit, & qu'une portion de son air déphlogistiqué s'est combiné avec elle.* Voila exactement ce qui se passe; ce n'est pas l'*acide nitreux* tout entier qui se fixe, le principe radical nitreux s'unit à une portion du phlogistique de l'huile, & s'élève en état de gas nitreux; mais toutes les fois que cette décomposition a lieu, il y a une quantité correspondante d'air vital rendue libre; s'il se dégageoit, s'il sortoit réellement du mélange sans prendre de nouveaux liens, M. Cornette n'auroit pu manquer de le reconnoître, de le juger du moins à l'espace qu'il auroit occupé dans son expérience sous l'appareil pneumatique; s'il est resté dans le mélange, il y a donc trouvé une base qui la enchaîné au même instant, & cette base analogue aux bases acidifiables a donné lieu à la formation d'un composé acide par la réunion de l'air principe acidifiant. Ainsi l'*acide nitreux* agit sur ces huiles précisément comme il agit sur le soufre, sur le phosphore, sur l'arsenic, sur les métaux, sur le sucre, &c.

Indépendamment de la confiance qu'inspire naturellement une théorie qui lie tant de phénomènes divers par une cause si simple, nous en trouvons ici une preuve directe dans les expériences de M. Hasse; la preuve seroit complette si ce Chymiste eût fait subir à tous ses produits résineux, ou du moins à ceux qui avoient acquis une augmentation de poids considérable, la même épreuve de la dissolution dans l'esprit-de-vin & de précipitation par l'eau sans perte de poids, à laquelle il a soumis les 20 grains provenans du baume de copahu; mais ces accroissemens de poids n'étant nullement constans pour toutes les huiles, dans les mêmes circonstances, se trouvant dans des proportions inégales & en quelque sorte correspondantes aux signes extérieurs de réaction, subsistant en un mot sans déchet, malgré tous les lavages, il est impossible de concevoir qu'ils soient dus entiérement à la présence de l'*acide nitreux* non décomposé; il faudroit admettre pour cela que l'eau qui a précipité la résine dissoute dans l'acide ne peut pas reprendre l'acide à la résine, ce qui implique contradiction; dès-lors l'augmentation de poids ne peut plus avoir d'autre cause que la combinaison d'une portion d'air vital, principe acidifiant, & si je ne me trompe, nous avons fait un pas de plus dans la connoissance de la nature des résines, qui peut devenir bien important par les moyens que nous offre la Chymie moderne de vérifier & d'approfondir ces principes.

Il me reste à indiquer l'action de l'*acide nitreux* sur le *camphre*, qui est une huile essentielle d'une espèce particulière; cet acide le dissout tranquillement, c'est-à-dire sans se décomposer, & après cela, on ne doit pas être surpris que le camphre n'éprouve lui-même aucune altération; aussi est-il précipité par l'eau pure, tel qu'il étoit auparavant; & dès qu'il y a une suffisante quantité d'eau pour lui enlever tout l'acide, il ne tarde pas à s'élever à la surface de la liqueur. Cette précipitation par l'eau semble le rapprocher des produits résineux dont il a été question dans ce paragraphe; mais nous verrons qu'il s'en éloigne par deux caractères très-marqués, puisqu'il reste en dissolution dans l'esprit-de-vin, malgré l'addition de l'eau, & qu'il élude l'action des alkalis.

Nous devons à M. Achard plusieurs expériences intéressantes pour déterminer l'action de l'*acide nitreux* sur le *caoutchouc* ou *résine élastique* de Cayenne. (*Chymisch Physische Scriften.*)

L'*acide nitreux* concentré, mais non fumant, tenu en digestion sur un morceau de cette résine, a paru l'attaquer à sa surface, & la rendre fragile; mais, au surplus, elle n'avoit éprouvé aucun changement, & conservoit sa proprieté elastique.

Les

Les résultats ont été différens avec l'*acide nitreux* très fumant : 960 grains de cet acide ont dissous successivement 150 grains de cette résine ; la dissolution s'est faite rapidement, avec chaleur & bouillonnement ; elle étoit transparente & d'un jaune obscur, l'eau en a précipité sur-le-champ des floccons jaunes, qui, édulcorés & sechés, ont donné une résine soluble dans l'esprit-de-vin, soluble dans tous les acides, non soluble dans les huiles essentielles, formant très-facilement des savons avec tous les alkalis, & s'enflammant spontanément à une chaleur même inférieure à celle de l'eau bouillante.

L'huile fluide obtenue du caoutchouc par la distillation, s'est comportée avec l'*acide nitreux* comme les huiles essentielles ; l'acide foible en a dissous une portion, & le reste a acquis plus de consistance ; l'*acide nitreux* fumant l'a enflammée sur-le-champ, & il n'est resté qu'une masse spongieuse très raréfiée.

Cette dernière observation prouve bien la vérité de ce que nous avons dit précédemment, que ce n'étoit qu'à raison de leur tissu moins perméable que certains corps huileux résistoient à l'inflammation par l'*acide nitreux*, puisqu'il n'a fallu à celui-ci que la chaleur de la distillation pour le disposer à souffrir cette décomposition instantanée.

L'*acide nitreux* distillé sur la *gomme arabique* la décompose en lui prenant son phlogistique, & y laisse lui même le principe acidifiant, d'où il résulte un véritable acide saccharin.

Jusqu'à présent, nous avons considéré l'*acide nitreux* comme pur, ou du moins en faisant abstraction du phlogistique qui s'y trouve si souvent & qu'il reprend avec tant de facilité lorsqu'il en a été privé, qu'il retrouve même nécessairement dans le plus grand nombre des opérations où on l'emploie ; nous nous occuperons dans un article séparé de quelques phénomènes qui dépendent des propriétés qu'il acquiert dans cette combinaison. *Voyez* ACIDE NITREUX PHLOGISTIQUÉ.

ACIDE NITREUX FUMANT. On appelle ainsi l'*acide nitreux* distillé à la manière de Glauber, c'est-à-dire, dégagé par l'acide vitriolique pur, qui est par conséquent très-concentré, de couleur jaune tirant au rouge, & exhalant des vapeurs visibles de même couleur qui remplissent la partie vuide des flacons, phénomène qui est dû à la portion de gas nitreux qui s'en sépare par le contact de l'air. Lorsqu'on distille cet acide à un feu doux, ce qui reste dans la cornue est de l'acide blanc & sans couleur comme de l'eau. M. Bergman a observé que cet acide affoibli d'un quart d'eau prenoit une couleur verte, qu'il devenoit bleu lorsqu'on faisoit le mélange à parties égales, & qu'avec trois ou quatre parties d'eau, il perdoit absolument sa couleur. Il en est de même de la nuance que donne à l'eau du récipient l'*acide nitreux* dégagé par l'arsenic à la distillation.

ACIDE NITREUX GLACIAL. M. Bernhardt distillant un jour un mélange de 10 livres de nitre & autant de vitriol calciné, ayant mis dans le récipient une égale quantité d'eau, trouva, indépendamment d'une bonne eau-forte très-concentrée, beaucoup de sel cryftallin blanc, très-volatil, qui fumoit à l'air & répandoit des vapeurs rouges (*Chem. vers. &c. Leipsic, 1765*) : ce sel réduisoit en charbon le bois, la plume, le linge sur lequel on le posoit, tout de même que l'acide vitriolique ; & s'il en tomboit une goutte en quelque endroit, il s'en élevoit des vapeurs rouges de sang, jusqu'à ce qu'il fût tout-à-fait évaporé. 240 grains de ces crystaux jettés dans l'eau y occasionnèrent un bruit pareil à celui qu'auroit donné un fer rouge, & en firent une *eau-forte verte*. Ce sel se dissipa entiérement dans un flacon qui n'étoit pas bouché exactement ; c'est ainsi que M. Bernhardt décrit la substance concrète qu'il a cru devoir nommer *acide nitreux glacial* ou *crystallisé*.

M. Spielman, & avec lui le plus grand nombre des Chymistes, ont révoqué en doute l'existence de cet acide concret ; mais, comme le remarque le savant Léonhardi, dans ses notes sur le dictionnaire de M. Macquer, elle est bien confirmée par les expériences publiées en dernier lieu par M. Priestley.

Ce célèbre Physicien, qui n'avoit aucune connoissance de l'ouvrage de M. Bernhardt, avoit essayé en 1777 d'imprégner l'acide vitriolique de gas nitreux, & il avoit seulement observé que six parties d'acide vitriolique avoient absorbé une partie de gas nitreux ; qu'il avoit fallu pour cela autant d'agitation que pour le faire absorber dans l'eau ; que l'acide, qui étoit auparavant sans couleur, avoit pris une belle teinte pourpre ; que l'eau saturée de gas acide vitriolique avoit absorbé plus facilement & sans agitation le gas nitreux ; que ces liqueurs avoient dissous l'argent & le mercure, & qu'elles n'avoient eu aucune action sur l'or (*exp. & observ. tom. IV, pag. 120, 234, trad. fr.*) ; mais ayant gardé le restant de ces acides ainsi imprégnés de gas nitreux dans des flacons à bouchon de crystal, il s'apperçut, environ six mois après, que *presque la totalité étoit crystallisée*, & qu'il ne restoit de liquide qu'une très-petite portion de ce que contenoit le flacon.

Les crystaux ressembloient exactement à de *la glace* ; un morceau de cette glace mis dans l'eau pure y occasionna une violente effervescence, elle devint *verte*, & commença à pétiller en produisant spontanément une grande abondance d'air. A l'aide d'un peu de chaleur, cette production d'air fut si grande qu'elle monta à plus de cent fois le volume de la glace qui avoit été dissoute, & c'étoit du gas nitreux le plus pur.

La glace exposée à la chaleur répandit une épaisse fumée rouge ; une portion échauffée dans une capsule de verre sur la flamme d'une bougie se fondit sur-le-champ, en produisant des bulles ; lorsqu'elle

fut refroidie *à peu-près au degré de la chaleur animale*, elle se recrystallisa subitement; dans cette seconde congellation, elle étoit plus opaque & plus dense que dans la première; pendant qu'elle se fondoit à la chaleur, la vapeur qu'elle répandoit n'étoit pas rouge, mais blanche & excessivement épaisse, comme de l'acide vitriolique réduit en vapeurs. Lorsqu'elle eut été tenue en dissolution pendant quelque temps à la chaleur de l'ébullition, elle ne crystallisa plus dans la suite, mais demeura fluide & transparente. (*Continuation des observations sur l'air &c. tom. 1, pag. 39, édit franç.*)

M. Priestley ne s'en est pas tenu à ce premier apperçu: un flacon dont il soupçonnoit que la liqueur n'étoit que foiblement imprégnée de vapeur nitreuse, & qui n'avoit pas donné de crystaux dans l'espace d'un an, se remplit en vingt-quatre heures de très-beaux crystaux après avoir été simplement débouché & rebouché tout de suite. Ces crystaux formoient des barbes de plume qui faisoient entr'elles des angles d'environ cent soixante degrés, & chacune des fibres particulières qui composoient la plume, & qui étoient unies par la même substance plus fine & plus transparente, faisoient, avec la tige dont elles partoient, un angle d'à peu-près quarante-cinq degrés. La liqueur dans laquelle ces crystaux étoient plongés, ayant été décantée au bout de quelques jours, ils remplirent le flacon de vapeurs rouges, comme si c'eût été de l'acide nitreux fumant.

Un autre flacon d'acide vitriolique en partie imprégné de gas nitreux ne donna que des crystaux confus au fond de la liqueur.

Le même physicien essaya d'imprégner de ce gas trois quantités égales d'acide vitriolique à différens degrés de concentration; quinze jours après, celui dont la concentration tenoit le milieu commença à crystalliser; au bout de trois mois tous les flacons étoient remplis de crystaux, la plupart en masses solides, quelques-uns figurés en plume.

Il est remarquable que la chaleur paroît accélérer cette crystallisation; une liqueur de même nature, qui étoit demeurée un temps considérable sans crystalliser, fut mise dans un tube de verre, & ce tube approché du feu, l'acide jetta une vapeur rouge qui remplit le tube comme si c'eût été de l'*acide nitreux*, & après le réfroidissement on vit beaucoup de crystaux sur les parois du tube & à la surface de la liqueur.

MM. Lavoisier & Bucquet ayant présenté à l'académie royale des sciences en 1779, un flacon *d'huile de vitriol glaciale retirée à un grand feu de la décomposition du nitre par le colcotar*, M. Cornette crut devoir lui communiquer quelques jours après des expériences qui, quoique faites d'une manière différente, paroissoient se rapprocher beaucoup de celle de ces académiciens. (*Mém. de l'acad. ann. 1779, pag. 479.*)

Je ne connois encore le procédé de MM. Lavoisier & Bucquet que par cette note ajoutée par M. Cornette à son mémoire, pour conserver à ses confrères l'honneur de leur découverte; mais il y en a assez pour faire voir que l'état de congellation de ce produit ne provenoit pas uniquement de la concentration de l'acide vitriolique pur, qu'il a un rapport évident avec celui dont a parlé M. Bernhardt, qui a précisément opéré de la même manière, avec les mêmes substances, & que ce sont par conséquent deux témoignages authentiques à réunir à ceux qui confirment déja son observation.

Le procédé de M. Cornette est un peu différent, il y a fait entrer une troisième substance; mais le role qu'elle y joue, loin de compliquer le phénomène, peut servir à déterminer ses vraies circonstances: voici la description qu'il en donne, & dont il m'a paru important de conserver tous les détails.

« Je mis dans une cornue de verre un gros » de charbon préparé (*c'est-à-dire très sec & même* » *pulvérisé tandis qu'il étoit encore embrasé*), sur » lequel je versai une once d'acide nitreux fumant » (*obtenu suivant la méthode de Glauber*): ce » mélange s'échauffa beaucoup, & fit monter le » thermomètre de vingt-cinq degrés au-dessus de » la glace, la température étant ce jour-là à dix; » je plaçai cette cornue sur un bain de sable, » au col de laquelle j'ajustai une allonge ou cilindre » de verre dont l'extrémité entroit dans un réci- » pient qui pouvoit contenir environ dix pintes » d'eau; je laissai ce mélange en digestion du soir » au matin, pour que le charbon fut mieux pénétré » par l'acide; pendant ce court espace de temps, » ce dernier s'étoit un peu coloré & avoit dissous » une petite portion de charbon; je procédai » ensuite à la distillation par une chaleur fort » douce, il se dégagea presqu'aussitôt beaucoup » de vapeurs rutilantes, qui obscurcirent les vais- » seaux; je conduisis le feu avec beaucoup de » ménagement, afin de mieux examiner ce qui » se passeroit pendant cette distillation; lorsque » l'acide fut passé entiérement, ce que je reconnus » facilement par l'éclaircissement de l'allonge, » j'apperçus qu'il s'élevoit du fond de la cornue » une poudre blanche très-fine & très-subtile, » qui, en s'attachant à ses parois, formoit *la* » *crystallisation la plus belle & la plus agréable qu'on* » *puisse voir;* une partie étoit disposée en longues » aiguilles, & l'autre représentoit des rinseaux » charmans par leur arrangement: je me hâtai » de déluter les vaisseaux, parce que je commençois » à m'appercevoir, à la vérité un peu trop tard, » que cette matière se liquéfioit facilement par » la chaleur plus forte que j'avois donnée, & » qu'elle se confondoit avec la liqueur contenue » dans le récipient; je recueillis de cette substance, » à l'aide d'un tube de verre, le plus qu'il me » fut possible, que je renfermai dans un flacon » très-sec, car autrement elle se feroit convertie » en liqueur; je passai de l'eau distillée sur l'autre » portion qui étoit restée dans l'allonge, & que

» je n'avois pu détacher, il se fit aussi-tôt un
» bouillonnement assez considérable, avec dégage-
» ment de vapeurs d'acide nitreux, & cette disso-
» lution, faite dans de justes proportions, rendit
» sur-le-champ l'eau *d'une belle couleur bleue*,
» comme celle qui résulte d'un mélange d'acide
» nitreux & d'eau; je fis évaporer, dans une
» capsule de verre, la portion qui avoit été dis-
» soute, elle laissa dégager, dans les premiers
» momens, une forte odeur d'acide nitreux, mais
» il me parut que cet acide y adhéroit fort peu,
» puisqu'à peine la liqueur fût-elle bien échauffée
» qu'il ne s'en dégagea plus aucune. Je continuai
» l'évaporation jusqu'à la consomption presque
» totale de l'humidité, il me resta au plus cinq
» ou six gouttes de liqueur très-acide, sans odeur,
» que je reconnus pour de l'acide vitriolique, par
» la combinaison que j'en fis avec les crystaux
» de soude: cet acide glacial contenu dans le
» flacon se liquéfie très-facilement à une douce
» chaleur & offre un spectacle assez agréable; le
» flacon, qui est clair & transparant, se remplit
» aussi-tôt de vapeurs rouges, & les vapeurs dis-
» paroissent presqu'entiérement lorsque cette sub-
» stance a repris sa solidité...... cet acide glacial
» exposé sur les charbons ardens se dissipe en
» vapeurs blanches, s'échauffe & bouillonne avec
» l'eau, & si on le combine dans cet état de
» siccité avec l'alkali fixe, on en retire bien à la
» vérité du tartre vitriolé (*vitriol de potasse*), mais
» il se trouve toujours mêlé avec un peu de nitre ».

Il n'est plus possible maintenant de révoquer en doute l'existence de cet acide glacial, puisqu'il a été vu & observé quatre fois par des Chymistes qui paroissent n'avoir eu respectivement aucune connoissance de leur travail, & dont quelques-uns ont varié les procédés; M. Cornette, après avoir rendu témoin de son expérience M. de Lassone, l'a repétée avec le même succès en présence de M. le comte de Milly.

Ce phénomène a encore été apperçu en dernier lieu par M. Dehne, qui en a donné la description dans la huitième partie du recueil des nouvelles découvertes de M. Crell. Ce Chymiste avoit mis dans une cornue huit onces de nitre purifié & quatre onces d'acide vitriolique (huile de vitriol de *Northausen*, tirée du colcotar dont la pesanteur spécifique est, suivant M. Weigel, 1,898): sur la fin de la distillation il vit des crystaux dans le récipient, & sur-tout du coté du bec de la cornue, où les gouttes se congeloient à mesure qu'elles tomboient; mais ayant augmenté le feu, la plus grande partie fut redissoute, & il n'en retrouva le lendemain qu'à-peu-près une dragme. L'*acide nitreux* qu'il recueillit de cette opération étoit très-fort, & passa au bleu & au verd, suivant les quantités d'eau dont il fut étendu.

En rapprochant toutes ces observations, il est aisé de juger qu'il ne s'agit pas ici d'une simple congellation de l'acide vitriolique concentré pareille à celles que j'ai décrites à l'article acide vitriolique, qui ne s'opèrent que par le froid, qui laissent des crystaux dont le feu lui-même ne dégage en aucun temps des vapeurs rouges.

Le procédé le plus simple, le plus direct, le plus facile est, comme le dit très-bien M. Leonhardi, celui du docteur Priestley, c'est-à-dire l'imprégnation de l'acide vitriolique avec le gas nitreux; cette condition, la seule essentielle, se retrouve dans les opérations de MM. Bernhardt, Lavoisier & Bucquet; car il n'y a point de Chymiste qui ignore que le vitriol de fer calciné tient encore assez de phlogistique pour former du gas nitreux, & que le *très-grand feu* suffiroit pour convertir en gas nitreux une portion d'*acide nitreux* pur; cette condition existe encore dans l'expérience de M. Cornette; la présence de l'acide vitriolique y est démontrée par la formation du vitriol de potasse, & le phlogistique du charbon ne peut manquer de former du gas nitreux; elle existe enfin dans l'opération de M. Dehne, où il est probable que l'acide vitriolique n'étoit pas exempt de matière phlogistique.

On retire de ces crystaux de l'*acide nitreux*; M. Cornette l'a reconnu à la couleur bleue de leur dissolution, à la formation d'une portion de nitre; M. Priestley en fournit une preuve d'un autre genre, mais qui n'est pas moins solide; ayant décanté la liqueur dans une de ses expériences, & exposé les crystaux à la chaleur, ils donnèrent des vapeurs rouges. Il est vrai que ce physicien s'est assuré d'autre côté que la liqueur surnageant les crystaux n'étoit presque que de l'*acide nitreux*, puisque pendant la dissolution du fer elle n'a produit que du gas nitreux, au lieu que si elle eût tenu de l'acide vitriolique, on auroit recueilli sur la fin du gas inflammable; mais cela prouve seulement que l'acide vitriolique reste dans les crystaux.

M. Leonhardi suppose que la crystallisation de l'acide vitriolique est déterminée dans le cas particulier, par l'affinité plus puissante que l'*acide nitreux* exerce sur l'eau, mais cette explication ne me paroît pas satisfaisante: 1°. si cela étoit, toute la masse de l'*acide nitreux* exerçant en même-temps une égale affinité sur ce principe, devroit se séparer à la fois de l'acide concret, & non se diviser: or il est prouvé qu'il en reste une portion.

2°. Dans cette supposition, les crystaux séparés de la liqueur, après avoir été rendus fluides par le feu, devroient reparoître par le refroidissement jusqu'à ce qu'on leur eût rendu l'eau nécessaire à l'état fluide, & c'est ce qui n'arrive plus quand la chaleur a été portée au point de volatiliser tout le gas nitreux, & que le résidu ne fournit plus que des vapeurs blanches.

3°. Ce ne feroit pas ici l'*acide nitreux* qui exerceroit cette affinité, mais le gas nitreux, qui est, comme nous l'avons vu, un être bien différent, & qui, jusqu'à présent, n'a pas montré à beaucoup

près une pareille disposition à se combiner avec le principe aqueux. Je dis que c'est le *gas nitreux*; les expériences de M Priestley prouvent invinciblement qu'il suffit à l'effet; d'autre part, M. Cornette a essayé d'obtenir l'acide glacial en distillant quatre gros d'acide nitreux fumant & autant d'acide vitriolique concentré; les vapeurs rutilantes furent bien *absorbées par l'acide vitriolique*, mais il ne se fit cette fois aucune sublimation aux parois de l'allonge, sans doute parce que le gas nitreux n'avoit pas été assez abondant, faute du contact immédiat de quelque matière phlogistique pour décomposer l'acide.

Dans le nombre des faits que j'ai rapportés, il y en a réellement qui pourroient faire penser que ce n'est pas seulement le gas nitreux, mais l'*acide nitreux* lui-même qui est uni à l'acide vitriolique; mais pour les concilier, il suffit de distinguer les temps: ce n'est d'abord que du gas nitreux qui entre en combinaison avec l'acide vitriolique, qui se fixe avec lui en état concret; si la liqueur qui surnage laisse échapper une portion de ce gas, si les crystaux liquefiés par la chaleur sont quelque temps exposés à l'air, il est tout simple qu'il se régenère de l'*acide nitreux* par la rencontre des deux fluides; la preuve que cela se passe ainsi résulte de ce qu'on retrouve de l'*acide nitreux* aussi bien dans les opérations où l'on n'a employé que le gas, que dans celle où on a porté l'acide même; la liqueur décantée par M. Priestley de dessus les crystaux a attaqué le fer comme l'eau-forte.

Suivant M. Cornette, *c'est du gas qui se dégage du charbon, & même de celui contenu dans l'acide nitreux, que dépend la forme concrète que prend l'acide vitriolique*; mais quelque vraisemblance que ce Chymiste ait cherché à donner à son opinion, en faisant voir que les autres matières phlogistiques ne pouvoient remplacer le charbon, & que l'*acide nitreux* distillé sur le soufre, ne donnoit qu'une portion d'acide vitriolique phlogistiqué & point d'acide glacial, il est bien acquis présentement que le gas du charbon n'y entre pour rien, puisqu'on obtient sans lui le même effet.

On peut conclure de ce qui précède, que cet acide glacial n'est pas de l'acide vitriolique pur, & bien moins encore de l'*acide nitreux* pur, mais essentiellement un composé d'acide vitriolique & de gas nitreux. Comment ce composé acquiert-il la propriété de se montrer sous forme solide au degré de la chaleur animale? J'avoue qu'il est difficile de donner une solution de ce problême qui soit à l'abri de toute objection. Il est bien certain que le passage de l'état de fluidité à l'état concret pour les substances salines peut dépendre ou de la privation d'une certaine quantité de matière de la chaleur, ou de la privation d'une portion de fluide aqueux, ou du concours de ces deux causes; ce n'est pas une pure abstraction de chaleur, l'effet en seroit plus subit, plus momentané, il se détruiroit au lieu de se produire avec le temps: aime-t-on mieux supposer que l'acide vitriolique est privé d'une partie d'eau essentielle à son état fluide? il faut donc supposer aussi qu'il se régénère, même dans le mêlange, de l'*acide nitreux* par l'action que le gas nitreux exerce sur l'air vital principe acidifiant de l'acide vitriolique, & que cet acide régénéré exige pour sa fluidité plus d'eau que la portion d'acide vitriolique décomposée; & avec cela on sera encore embarrassé d'expliquer pourquoi dans les expériences comparées de M. Priestley, ce n'est pas l'acide vitriolique le plus concentré qui a commencé le premier à donner des crystaux. On est donc forcé de convenir qu'il nous manque encore quelque donnée pour asseoir la théorie exacte de ce phénomène, & pour ne point aller au-delà de ce qui est réellement connu, il faut se borner à dire que la substance concrète que M. Bernhardt a nommée *acide nitreux glacial* est un composé salin d'une espèce particulière, dans lequel l'acide vitriolique & le gas nitreux sont intimement combinés, qui se crystallise par refroidissement dans l'acide nitreux avec lequel il a été distillé, qui ne se fond qu'à un degré de chaleur très-considérable, qui redevient solide en refroidissant, qui ne perd enfin cette propriété que quand il a été décomposé, c'est-à dire quand le feu en a dégagé absolument tout le gas nitreux. Après cela on n'aura plus lieu de s'étonner que l'acide vitriolique restant demeure fluide, quoiqu'il soit bien certainement plus concentré après l'ébullition, qu'au moment où il a été séparé de la liqueur sous forme concrète, parce que ce n'est pas lui qui a cette propriété.

Ceci confirme ce que j'ai dit plus haut, que cette crystallisation étoit bien différente de la congellation de l'acide vitriolique pur par le froid naturel ou artificiel.

Dans le temps que je rédigeois cet article, je voulus observer par moi-même ce phénomène; j'opérai à la manière de M. Priestley, c'est-à dire que je fis absorber le gas nitreux par l'acide vitriolique. Cet acide étoit très-blanc & très-concentré; lorsqu'il en fut bien chargé, il prit une belle couleur pourpre, ce qui ne m'étonna pas, puisque M. Priestley fait précisément mention de cette circonstance. Au bout de quelques jours, n'y appercevant aucun commencement de congellation, j'essayai de hâter ce phénomène, en débouchant & agitant légèrement le flacon: à peine fut-il débouché, il s'eleva de la liqueur une vapeur rouge très-épaisse; je le rebouchai promptement, & je vis à l'instant se former sur les parois intérieurs du flacon, au dessus de la liqueur, un cercle de petits glaçons groupés en aigrettes, quelques-uns de ces groupes étoient parfaitement ronds, & leurs crystaux, deposés régulièrement en rayons autour d'un même centre, ressembloient à des soleils. Je ne retrouvai plus ces crystaux le lendemain & il n'en a point reparu depuis. La couleur pourpre s'est effacée par degrés, ou plutôt

par couches, car le deffus étoit déja fans couleur, que la nuance étoit très-forte dans la partie inférieure.

ACIDE NITREUX PHLOGISTIQUÉ. Comme il eft difficile d'obtenir, & même de conferver de l'*acide nitreux* pur & non phlogiftiqué, & que d'autre part cette condition peut être regardée comme indifferente dans un grand nombre d'opérations, j'ai cru devoir réunir dans le même article, tous les phénomènes où l'*acide nitreux* eft confidéré comme s'il étoit pur, & il ne me refte par conféquent à traiter ici que de ceux qui dépendent effentiellement de la préfence du phlogiftique dans cet acide.

Je ne m'arrêterai pas à décrire la manière de phlogiftiquer l'*acide nitreux*, puifqu'il fe préfente habituellement dans cet etat, & qu'il faut au contraire des procédés appropriés pour le purifier. D'ailleurs, lorfqu'on eft dans le cas de defirer qu'il foit auffi chargé de ce principe qu'il en peut recevoir, il fuffit d'y jetter du fucre, ou autre matiere phlogiftique qui y laiffe le moins qu'il eft poffible de matière étrangère.

L'*acide nitreux* eft d'autant plus avide de phlogiftique, qu'il eft plus concentré, & voilà pourquoi nous avons fouvent fait ufage dans le premier article de l'expreffion d'*acide nitreux* fumant, pour indiquer feulement le degre de concentration; les changemens de couleur du jaune au rouge, au bleu & au verd, dont il a été queftion dans l'article ACIDE NITREUX FUMANT, dépendent du principe inflammable. Ce n'eft pas cependant que l'on ne puiffe avoir de l'*acide nitreux* pur prefque auffi concentré, on l'obtient aifément en diftillant, comme nous l'avons dit, à un feu doux, de l'*acide nitreux* fumant; la portion qui refte dans la cornue eft fans couleur, & privée de phlogiftique; mais il ne faut pas fe flatter de le garder long temps en cet état.

Suivant l'obfervation de M. Schéele, la lumière feule lui reftitue bientôt la couleur jaune, & avec elle la propriété d'exhaler des vapeurs rouffâtres.

M. Prieftley a expofé à la chaleur de l'*acide nitreux* jaune dans un tube de verre fcellé hermétiquement, il y a pris une couleur plus foncée. Le verd & le bleu y font devenus jaunes, & quand ils avoient éprouvé affez long-temps l'action du feu, ils confervoient, même après le refroidiffement, la nuance qu'ils y avoient prife. La matière colorante de ces acides peut en être chaffée par l'action du feu, & s'élever au-deffus en forme de vapeurs rouges, de manière qu'ils foient abfolument fans couleur; mais ces vapeurs fe remêlent à la liqueur lorfqu'elle refroidit, à moins que la chaleur n'ait été affez forte pour détruire la couleur même de la vapeur, c'eft-à-dire, pour décompofer le radical nitreux qui n'étoit combiné qu'avec le phlogiftique : je ne crois pas que l'on puiffe donner une autre explication de ce phénomène.

Comme l'*acide nitreux* eft fort avide de phlogiftique, on en a conclu que ce principe entroit effentiellement dans fa compofition; mais j'ai déja remarqué plufieurs fois, avec l'illuftre Bergman, que cette manière de raifonner n'étoit nullement d'accord avec les faits; s'il eft vrai qu'il y ait du phlogiftique dans cet acide, ce qui ne feroit pas étonnant, puifqu'il vient des matières animales, ce phlogiftique eft dans un état de combinaifon intime, comme celui qui fait partie conftituante de l'alkali volatil, & peut-être n'y exifte-t-il réellement que dans cet état de compofition. Ce n'eft donc pas là le phlogiftique dont il eft queftion dans cet article, puifque c'eft au contraire un phlogiftique étranger, & en quelque forte additionnel, qui change fes propriétés effentielles.

Mais comment ce phlogiftique additionnel fe trouve-t-il dans l'*acide nitreux ?* y eft-il uni par affinité directe? n'y refte-t-il au contraire qu'à la faveur de quelque intermède? je ne fache pas que perfonne ait encore entrepris d'éclaircir ces queftions.

M. Prieftley eft le feul qui ait affayé de mettre en contact l'*acide nitreux* & le gas inflammable; il ne foupçonnoit pas encore que ce fluide aériforme fût en effet le phlogiftique pur, mis en état gafeux par la matière de la chaleur, mais il le confidéroit déja comme très-chargé de phlogiftique, & c'en étoit affez pour lui fournir une vue d'expérience intéreffante en le préfentant à un diffolvant qui en eft fi avide; il fit donc paffer du gas inflammable dans l'efprit de nitre, & les tint enfermés quelque temps dans le même vaiffeau, mais il *n'y eut aucune altération fenfible*. (*Exp. & tom.* 1, *pag.* 84, *trad fr.*); il obferva feulement que le gas inflammable mêlé avec les vapeurs de l'efprit de nitre fumant s'épuifoit en une feule explofion, exactement comme un mélange de moitié d'air commun, & moitié de gas inflammable.

M. Prieftley eft revenu fur cette expérience dans fon quatrième volume (page 277), & il a ajouté, « que l'efprit de nitre, en recevant le » phlogiftique de l'air inflammable, devenoit d'une » couleur plus foncée; que lorfqu'il étoit foible » & phlogiftiqué, comme lorfqu'il étoit bleu ou » verd, fi l'on agitoit de l'air inflammable dans » cet acide, cet air devenoit femblable à un » mélange d'air nitreux & d'air inflammable; que » lorfque l'efprit de nitre étoit fort & très-pur, » l'air inflammable qu'on y agitoit détonnoit de la » même manière que lorfqu'il étoit joint à l'air » déphlogiftiqué; enfin, ce qui n'eft pas moins » remarquable, que cet effet de l'*acide nitreux* n'étoit » pas de longue durée.... de forte que fi l'air » inflammable étoit refté long-temps dans la vapeur » de l'efprit de nitre, on le retrouvoit tel qu'il étoit » auparavant fi on l'y allumoit, même fans l'avoir » retiré..... qu'il faifoit plufieurs petites explo-

» fions, ... brûloit avec une flamme verdâtre à » l'orifice du flacon, & qu'immédiatement après on » voyoit une flamme vive descendre subitement » dans l'intérieur ».

Nous avons déja donné plusieurs exemples où l'*acide nitreux* détermine comme l'air une combustion vive ou lente, ainsi on ne doit pas être étonné de le voir ici faire fonction de ce fluide, ou plutôt le fournir réellement à l'inflammation subite & totale, avec explosion du gas phlogistique.

Le fait le plus important au sujet qui nous occupe est donc l'intensité de couleur que prend l'acide lorsqu'on l'agite avec le gas inflammable; si ce phénomène répondoit à la quantité des matières mises en contact, s'il ne s'arrêtoit que quand tout le gas inflammable seroit absorbé, ou du moins quand l'acide en auroit pris tout ce qu'il en peut prendre, il ne seroit pas possible de douter qu'il n'y eût entre eux une affinité directe simple; mais il s'en faut bien que cela soit ainsi: l'altération de l'acide est si peu considérable, qu'elle a échappé la première fois à l'œil de l'observateur, elle n'a été sensible que lorsqu'il a employé l'*acide nitreux* jaune, & même qu'après avoir brûlé plusieurs fois à sa surface du gas inflammable; lorsqu'il se servit d'esprit de nitre foible ou phlogistiqué, il sembloit plutôt donner que recevoir *un surcroit déphlogistique* & par-là convertir en partie le gas inflammable en gas nitreux; enfin l'altération qu'en reçoit le gas inflammable n'est elle-même que momentanée, l'effet ne se produit que par l'agitation, & se détruit par le repos: ce n'est donc pas une combinaison intime, ni une vraie dissolution, mais plutôt une simple *imprégnation* du gas par l'*acide nitreux* qui détermine l'explosion, &, pour me servir des termes du traducteur de M. Priestley, *aucun ingrédient appartenant à l'acide n'entre, pour ainsi dire assez avant dans la constitution de l'air inflammable, pour y demeurer combiné.*

De là je tire cette conséquence, à laquelle l'analogie auroit peut-être déja dû nous conduire, que l'*acide nitreux* ne se charge, du moins à un certain point, de phlogistique que par affinité double, décomposition & échange de base; de manière qu'il n'y a réellement que le radical nitreux qui s'unit au phlogistique, & qu'il ne s'y unit complettement & dans des proportions correspondantes aux quantités de matière, qu'autant que l'air vital, principe acidifiant, est en même-temps attiré par une quatrième substance capable de le retenir, comme il arrive dans les décompositions des soufres, des métaux, des sels essentiels, des huiles, en un mot dans toutes les dissolutions nitreuses des substances qui tiennent du phlogistique.

Mais qu'elle sera dans cette hypothèse la composition de ce que nous nommons *acide nitreux phlogistiqué?* La solution de cette question n'est pas difficile & me paroît devoir répandre un nouveau jour sur cette matière. C'est encore dans le trésor des expériences de l'illustre Priestley que je trouve les faits qui lui servent de preuves.

Après avoir rempli de fort esprit de nitre, d'un jaune pâle, une phiole qui tenoit exactement quatre deniers d'eau (117, 092 grains de france), elle fut couverte d'un grand récipient, posé dans l'eau, & de manière que l'orifice de la phiole fut appliqué au sommet du récipient; on en fit sortir presque tout l'air commun, & on le remplit ensuite de gas nitreux. A mesure que ce gas étoit absorbé, on en faisoit passer de nouveau, & en moins de deux jours l'acide en eut complettement absorbé 130 mesures (c'est-à-dire 209 pouces cubiques ¾ de france).

Dès le commencement (ajoute M. Priestley) *la surface de l'acide prit une couleur orangée foncée;* lorsqu'il y eut environ quarante pouces cubiques absorbés, il commença d'être *sensiblement verd* à sa surface, & cette couleur continua de descendre par degrés jusqu'à ce qu'elle atteignit le fond de la phiole. Vers la fin du procédé, on s'appercevoit que l'évaporation de l'acide étoit très-grande; & après avoir été retiré, il se trouva exactement réduit à la moitié. Ce procédé & en même-temps l'évaporation l'avoient rendu extrêmement foible, & sa couleur *tiroit plutôt sur le bleu que sur le verd.*

Si l'on desiroit encore de nouvelles preuves que l'*acide nitreux* ne passe pas tout entier dans le gas nitreux, on en trouveroit ici une bien satisfaisante, puisque l'acide chargé de toute cette quantité de gas s'est trouvé plus foible; M. Priestley a même observé *que son pouvoir de dissoudre les métaux étoit diminué.*

Mais la conséquence principale que nous devons tirer de ces faits, est l'affinité de l'*acide nitreux* avec le gas nitreux, affinité démontrée non-seulement par la quantité prodigieuse de ce gas qui est absorbé, mais encore par la manière dont se fait cette absorption, spontanément, par le seul contact & sans qu'il soit besoin de la favoriser par l'agitation. Le physicien exact à qui nous devons ces observations ne borne même pas la possibilité de l'absorption aux proportions que j'ai rapportées, il avertit au contraire qu'elle ne fut pas portée jusqu'où elle pouvoit aller; d'où on peut inférer que l'absorption ne s'arrêteroit en effet que lorsque tout l'acide en liqueur se trouveroit converti par ce moyen en *gas acide nitreux*, & que ce seroit là le vrai point de saturation de cette singulière affinité. Mais en ne présentant ceci que comme une conjecture, quoique très-probable, ces faits me paroissent établir suffisamment que l'*acide nitreux* phlogistiqué n'est pas, comme on l'a pensé de l'*acide nitreux* pur, simplement chargé de phlogistique pur, mais bien de l'*acide nitreux* chargé de gas nitreux, c'est-à-dire de phlogistique uni au radical nitreux, & formant avec ce composé un dissolvant nouveau.

J'en tirerai encore cette conséquence pratique que la meilleure manière de preparer ce dissolvant,

fans y porter aucune matière étrangère, est de charger en effet l'acide de gas nitreux par le moyen d'un appareil pneumatique semblable à celui de M. Priestley : pour être convaincu qu'il aura toutes les qualités requises, il suffit de rapeller le procédé que l'illustre Schéele a lui même employé : ce Chymiste mettoit dans une cornue l'*acide nitreux* ordinaire avec de la limaille de fer, il y adaptoit un grand ballon, dans lequel il avoit mis la matière à dissoudre avec un peu d'eau. C'est ainsi qu'il l'a indiqué dans son *mémoire sur la manganèse* (§. V). Il est aisé de voir qu'il réunit absolument les mêmes conditions, & que la liqueur du récipient n'étoit aussi, dans ces circonstances, que de l'*acide nitreux* chargé de gas nitreux.

Après avoir suivi la composition de l'*acide nitreux* phlogistiqué, on ne sera plus étonné que pendant sa décomposition, soit spontanée, soit à l'aide de la chaleur, les vapeurs qui s'en élevent occupent un espace dix fois plus considérable que la liqueur qui les fournit. Il faut remarquer que les vapeurs ne sont pas simplement du gas nitreux, cette séparation spontanée par évaporation ne se concilieroit pas avec l'affinité si manifeste des deux substances; aussi ces vapeurs sont elles du *gas acide nitreux*, c'est-à-dire une portion de gas saturée d'acide & qui lui communique assez de volatilité pour le mettre à l'état aériforme jusqu'à ce qu'il se trouve en contact avec l'eau. Rien ne prouve mieux que le gas nitreux ne souffre point de décomposition en entrant dans l'acide.

Suivant la règle générale pour les sels à trois parties, les combinaisons que l'*acide nitreux* phlogistiqué forme avec les terres, les alkalis & les métaux sont beaucoup plus foibles que celle de l'*acide nitreux* pur.

Si on expose du nitre ordinaire pendant une heure ou deux à une forte chaleur, le sel restant dans le creuset se trouvera encore completement neutre, & on conclura (dit M. Bergman) que tout l'acide y est demeuré; mais il sera tellement phlogistiqué & affoibli, qu'il se laissera déplacer, même par le vinaigre concentré (*des attractions électives*, §. VI). La même chose arrive lorsqu'on verse de l'acide muriatique sur du nitre; à l'aide de la chaleur, l'acide nitreux s'empare du phlogistique de l'acide muriatique, ou plutôt son radical forme, avec le phlogistique qu'il enléve à cet acide, une portion de gas nitreux qui, restant uni à l'*acide nitreux*, relâche sa combinaison avec la base alkaline.

M. Berthollet a également vu que lorsqu'on décomposoit le nitre par l'action de la chaleur dans un appareil pneumatique, il s'attachoit au tube que l'on adaptoit au col de la cornue un sublimé jaunâtre plus ou moins abondant, & qui étoit entièrement du nitre phlogistiqué qui tomboit en déliquescence à l'air, & qui étoit décomposé par l'acide muriatique en donnant des vapeurs rouges. Mais ce savant académicien assure (*mém. de l'acad. ann. 1781.*) avoir éprouvé sur le résidu du nitre imparfaitement décomposé, que l'acide acéteux n'en chassoit point l'*acide nitreux* phlogistiqué, qu'il ne s'en détachoit que quelques bulles qui n'avoient point l'odeur du gas nitreux, & qui étoit probablement de l'acide méphitique; ce qui le porte à penser qu'il y a inexactitude dans l'expression de de M. Bergman.

C'est à l'expérience à prononcer entre ces deux habiles manipulateurs; en attendant, je dois observer, 1°. que le témoignage de M. Bergman portant sur un fait positif, il ne peut être anéanti par le défaut de succès dans la répétition de l'expérience, qui peut venir de quelque cause accidentelle; 2°. que le déplacement de l'*acide nitreux* phlogistiqué par un acide végétal avoit été attesté auparavant, par M. Schéele, dans sa dissertation sur la manganèse : voici le passage de ce dernier. « Si l'on » expose au feu une petite cornue de verre rem- » plie de nitre jusqu'à ce qu'il devienne rouge » & fluide, & qu'on la tienne une demie-heure » à ce degré de chaleur, on trouve après le refroi- » dissement qu'il a pris du phlogistique, puis- » qu'en le pilant avec du tamarin, il répand une » vive odeur d'eau-forte, & qu'il devient humide » à l'air, quoiqu'on ne puisse pas y trouver un » atôme d'alkali libre ». *Edition franc. de ses mém. pag. 59.*

Ayant traité le nitre très-pur dans une cornue de grais pour en retirer l'air vital, je profitai de cette occasion pour essayer de dégager du résidu l'*acide nitreux* phlogistiqué par l'acide végétal; je cassai pour cela la cornue, & je trouvai au fond une matière brune très-solide, très-adhérente aux parois du vaisseau, & qui présentoit dans le milieu une sorte de crystallisation en aiguilles confuses; au-dessus de cette masse étoit un cercle verd très-marqué qui annonçoit que le nitre avoit rencontré de la manganèse dans la terre martiale de l'argille de la cornue. Je jugeai d'abord que cette apparence de crystallisation intérieure de la masse ne pouvoit être que du nitre phlogistiqué; j'en pulvérisai une partie sur laquelle je versai du vinaigre radical, je versai sur une autre partie du vinaigre distillé ordinaire, pour que son odeur moins vive me laissât mieux distinguer l'odeur de l'eau-forte; une troisième partie fut pulvérisée avec le tartre raffiné, d'abord à sec, ensuite avec un peu d'eau, & dans aucune de ces opérations je ne pus distinguer la moindre trace de vapeurs nitreuses. Je me garderai bien cependant de présenter cette expérience comme décisive; je reconnus bientôt que l'*acide nitreux* avoit été totalement détruit, & le résidu tellement alkalisé, que l'acide muriatique n'en dégageoit pas plus d'odeur nitreuse, & qu'une portion de ce résidu jetté en poudre sur les charbons n'y donnoit pas la moindre apparence de déflagration, & se fondoit comme de l'alkali pur; ainsi il étoit dans une condition absolument différente de celle qu'indiquent M M. Schéele & Berg-

man, & dont on ne doit pas s'écarter pour juger de la vérité de leur observation.

Si le nitre phlogistiqué reste exposé pendant quelque temps à l'air, ce fluide s'empare peu-à-peu du gas nitreux qui étoit uni à l'acide, & qui le constituoit acide nitreux phlogistiqué; il se régénère de l'*acide nitreux* ordinaire, précisément comme dans l'eudiomètre, & on retrouve du nitre non phlogistiqué.

La dissolution de mercure dans l'*acide nitreux*, faite lentement & à froid, donne très-aisément des crystaux, & l'alkali volatil caustique la précipite en noir, souvent même avec une pellicule qui a le brillant métallique: celle qui est faite rapidement, à l'aide de la chaleur, avec vapeurs rutilantes, est d'une saveur plus âcre, se crystallise plus difficilement, & l'alkali volatil la précipite en blanc. Il est aisé de voir que dans la première il ne se sépare de phlogistique que ce qui est nécessaire pour que le métal devienne soluble, tandis que dans la seconde les vapeurs rouges annoncent qu'il s'en est dissipé une bien plus grande quantité. Il en est de même des dissolutions nitreuses de plomb, de fer &c. qui sont d'autant plus permanentes que le métal a été moins déphlogistiqué. M. Bergman se sert très-bien de ces exemples pour prouver qu'une dissolution métallique peut retenir plus ou moins de phlogistique; mais il les rappelle aussi au nombre des phénomènes appartenans à l'*acide nitreux* phlogistiqué; & d'après ce que j'ai exposé ci-devant de la nature de ce dissolvant, cette opinion me paroît difficile à établir, car quand on supposeroit que dans la dissolution paisible le gas nitreux est absorbé par l'acide, à mesure qu'il se forme, il faudroit admettre aussi que la terre métallique décompose ce gas en lui reprenant seulement le phlogistique; ce ne seroit donc toujours qu'un métal moins calciné uni à l'acide pur, & non du véritable *acide nitreux* phlogistiqué uni à une chaux métallique. Ce qui suit en fournit la preuve.

L'*acide nitreux* phlogistiqué dissout la chaux noire de manganèse bien plus complettement que l'*acide nitreux* ordinaire; il donne avec elle une dissolution aussi chargée, aussi peu colorée que si on l'eût fait attaquer par l'*acide nitreux* pur, en y ajoutant du sucre ou autre matière phlogistique, & la dissolution est de même précipitée en blanc par l'alkali. La raison de ces phénomènes n'est pas difficile à indiquer après les découvertes de MM. Schéele & Bergman: la chaux noire de maganèse est dans un état de déphlogistication qui la rend inattaquable par les acides qui ne sont pas en état de lui rendre le principe nécessaire à cette combinaison; quand elle a repris une certaine portion de ce principe, elle s'y dissout facilement; & si on la précipite par un alkali, elle reparoît sous la forme d'une poudre blanche, qui est l'état ordinaire de la chaux de manganèse pourvue de la quantité de phlogistique nécessaire à sa dissolution dans les acides. J'ai donc eu raison de dire qu'il y avoit dans ce cas une décomposition du gas nitreux par la chaux même de manganèse, car si c'eût été le gas nitreux tout entier qui eut servi d'intermède à la dissolution, la chaux de manganèse auroit été précipitée dans le même état qu'auparavant.

On n'a point fait d'expériences pour déterminer l'ordre des affinités de l'*acide nitreux* phlogistiqué; il est très-vraisemblable, comme le dit M. Bergman, qu'il est le même que pour l'*acide nitreux* ordinaire.

ACIDE NITREUX RUTILANT. C'est la même chose que l'acide nitreux fumant: on lui a donné ce nom à cause des vapeurs rouges qu'il produit. *Voyez* ACIDE NITREUX FUMANT & ACIDE NITREUX PHLOGISTIQUÉ.

ACIDE NITREUX (*Pharmacie*). Quoique cet acide ait nécessairement des propriétés un peu différentes lorsqu'il est fumant & chargé de phlogistique, & lorsqu'il n'est pas fumant, & conséquemment moins pourvu de ce principe, cette différence n'en apporte pas d'assez marquées dans son action sur le corps animal pour qu'on doive le considérer sous ces deux points de vue, ainsi que les acides muriatique & vitriolique.

Le nitre est si prodigieusement avide de phlogistique, même lorsqu'il est le plus phlogistiqué, qu'il est un corrosif intraitable quand il n'est pas dans un état de combinaison qui modère son énergie, & qu'il n'est pas possible de l'employer pour l'usage interne dans son état de simplicité. On ne le donne à l'intérieur qu'après l'avoir dulcifié par l'esprit-de-vin. *Voy.* ALKOHOL NITREUX.

On trouve dans les pharmacopées de Brandebourg, de Prague, de Strasbourg, de Vienne & de Wirtemberg, différentes préparations d'alkohol nitreux que l'on décrira sous le mot ALKOHOLS NITREUX COMPOSÉS.

L'usage de cet acide non combiné est borné aux maladies externes; on s'en sert comme d'un corrosif, d'un caustique puissant pour détruire les callosités des ulcères, cautériser les os cariés & en faciliter l'exfoliation; pour brûler les verrues & déterger les apthes gangreneuses. Mais, de même que tous les caustiques liquides, celui-ci se répand avec facilité sur les parties voisines, & peut porter son action plus loin qu'il n'est nécessaire: cet inconvénient exige une grande attention dans son usage.

On peut dissoudre les résines avec cet acide, & l'on prépare par son moyen une teinture de camphre, qu'on nomme HUILE DE CAMPHRE *Voy.* ce mot.

ACIDE OURÉTIQUE. C'est à M. *Proust* que l'on doit la connoissance de cet acide particulier du règne animal, qui avoit été confondu avec l'acide phosphorique. M. *Bergman* lui a donné place dans

la table des attractions électives, sous le nom d'*acide du sel perlé*; mais il avoue en même-temps qu'il faut lui en chercher un plus convenable: j'ai cru, suivant nos règles de dénomination, devoir le tirer de la racine étimologique de l'urine, qui est la matière qui l'a produit la première, & qui est jusqu'à présent celle qui le fournit le plus abondamment.

En 1740, M. *Haupt* découvrit dans l'urine humaine un sel qu'il nomma *sel perlé admirable*, & dont il donna la description dans une dissertation imprimée la même année à Konigsberg, sous le titre de *diatribe chemica de sale urinæ perlato mirabili*. Ce Chymiste le tiroit de l'urine putréfiée; c'est à lui que l'on fait honneur de l'avoir le premier distingué du véritable phosphate natif de l'urine ou sel microcosmique; mais il est certain que d'autres avant lui avoient déja remarqué quelque différence entre ces sels. On voit dans les mémoires de l'académie de 1737, que le célèbre M. *Hellot* avoit retiré, soit de l'urine putréfiée, soit du résidu de l'opération du phosphore, des crystaux prismatiques & quarrés qu'il regardoit comme séléniteux.

L'illustre *Margraff*, dans un mémoire imprimé dans le recueil de l'académie de Berlin, pour 1745, distingua encore notre sel d'une manière plus précise, en indiquant sa forme *en crystaux longs & cubiques*, & recommandant expressement de le séparer du vrai sel fusible de l'urine qui crystallise le premier: ce Chymiste éxact critiqua M. *Haupt* d'avoir procédé par la fusion à la purification des sels de l'urine, & assura positivement que ce qu'il avoit nommé *sal mirabile perlatum* n'avoit aucune des propriétés du vrai sel fusible, & que si on le traitoit à la distillation avec du phlogistique, *il ne donnoit point de phosphore*.

M. *Pott* s'est aussi occupé de ce sel dans sa dissertation sur le sel fusible microcosmique, publiée en 1757: il a vu, comme M. Margraff, que distillé au feu le plus fort avec la suie de sapin il ne donnoit qu'une vapeur blanche *& rien qui tînt du phosphore;* il paroît d'ailleurs n'avoir point connu la vraie nature, quoiqu'il l'eût soumis à divers essais. Le compte qu'il en rend prouve que ses expériences n'étoient pas ordonnées de manière à fournir quelque conséquence sûre. *Il y en a*, dit-il, *qui le prennent pour un sel alkali, d'autres pour un sel commun pur, plus gras & plus tendre, & quelques-uns n'y mettent point de différence avec le premier sel fusible*; pour lui, il pensoit qu'il *s'y trouvoit renfermé quelque chose de l'acide vitriolique, & qu'il devoit s'y engendrer quelque sel alkali.*

Cette matière a été retraitée depuis bien plus heureusement par le célèbre *Rouelle le jeune* (*journal de médecine*, *juillet 1776*); & quoiqu'il n'ait pas soupçonné la nature particulière de l'acide du sel perlé, qu'il appelle *sel fusible à base de natrum*, il a si bien déterminé le procédé pour le séparer de tout mêlange étranger, il a démontré d'une manière si claire ses propriétés & la nature de sa base, que ses expériences se relient naturellement avec les connoissances acquises postérieurement. C'est le caractère de toutes les expériences faites avec candeur & sagacité, de ne rien perdre de leur intérêt, même après les découvertes qui en modifient les conséquences.

Après avoir donné la manière de retirer tout le phosphate ammoniacal ou *sel fusible à base d'alkali volatil*, en employant la chausse à l'éxemple de *Schlosser*, & en restituant l'alkali volatil qui se dissipe dans les évaporations, pour qu'il ne reste point d'acide phosphorique à nu, M. Rouelle observe que lorsqu'on crystallise le sel fusible déja purifié, *on voit se former communément en plus ou moins grande quantité un autre sel qui en diffère beaucoup par la forme & la grosseur de ses crystaux, qui présentent des grouppes de la plus grande beauté.*

« La forme de ces crystaux, *dit ce Chymiste*, » est un prisme tétraèdre allongé, très-comprimé ou » applati & irrégulier, dont un des bouts est dièdre, » composé de deux rhomboïdes taillés en sens » contraires, & l'autre est adhérent à la base. Les » quatre côtés du solide sont deux pentagones » irréguliers & alternes opposés, & deux rhom- » boïdes allongés & taillés en biseau.

» Ce sel crystallise communément après & par- » dessus le sel fusible. Quand ils sont tous deux » nouvellement crystallisés, ils sont transparens; » mais la différence de leurs figures les fait bientôt » distinguer. Un des caractères principaux du premier » est l'efflorescence qu'il contracte à l'air. On le » connoît encore par la propriété qu'il a de former » une masse opaque & blanche lorsqu'il est fondu » au grand feu, tandis que le sel fusible pur fait » un verre de la plus belle transparence & donne » de l'alkali volatil dans la distillation; l'autre au » contraire, s'il est pur, n'y donne que de l'eau ».

M. Rouelle ayant séparé tout ce sel du sel fusible pur, soit par la crystallisation, soit en le laissant tomber en efflorescence à l'air, a déterminé ses propriétés par des expériences que je crois devoir rapporter ici dans ses propres termes.

1°. La dissolution de ce sel dans l'eau distillée verdit le sirop de violettes.

2°. Si on mêle à ce sel en poudre de l'acide vitriolique bien concentré, il ne se fait aucun mouvement apparent.

3°. L'acide nitreux n'a aucune action sur ce sel.

4°. Soumis au grand feu, il entre en fusion, & forme une masse blanche opaque.

5°. En ajoutant de la dissolution de mercure par l'acide nitreux à celle du sel fusible à base de *natrum* dans l'eau distillée, il se fait sur-le-champ un précipité blanc assez abondant. On s'assure autant qu'il est possible du point de saturation; tandis que l'on fait cette précipitation, on ne sent point l'odeur d'acide nitreux, comme dans l'opération du mercure précipité blanc.

6°. Ce précipité féparé de la liqueur qui le furnage, édulcoré avec l'eau diftillée, ne paroît pas y être auffi foluble que le mercure précipité blanc.

7°. Si l'on foumet ce précipité féché à la diftillation dans une cornue de verre lutée, & qu'on donne le feu par degrés jufqu'au point de tenir la cornue rouge pendant une heure & demie à peu-près, il paffe d'abord une légère vapeur d'acide nitreux; il fe fublime enfuite dans le col de la cornue une fubftance femblable à un précipité rouge trop calciné, & mêlé de beaucoup de mercure coulant.

8°. On trouve dans le fond de la cornue une maffe blanche qui paroît avoir été bien fondue, & qui eft fort pefante. Elle agit fur le verre de la cornue, qu'elle eft fouvent prête à percer; ce qui prouve que cette matière mercurielle contient l'acide phofphorique, qui, comme on fait, a la propriété d'agir fur le verre expofé au grand feu.

9°. Une portion de cette fubftance faline mife en poudre & tenue en ébullition avec un peu d'eau & de l'alkali fixe dans un petit matras, fe change en une poudre d'un beau rouge de brique fort vif.

10°. Un morceau de cuivre frotté avec cette liqueur & le précipité, devient blanc; preuve que l'acide animal ou phofphorique eft uni au mercure.

11°. La liqueur que l'on a décantée de deffus le précipité n°. 6, évaporée au point convenable pour la cryftallifation, donne un nitre quadrangulaire qui démontre que ce fel a le *natrum* pour bafe.

12°. Si on mêle au fel fufible à bafe *de natrum*, diffous dans l'eau diftillée, une diffolution de nitre à bafe terreufe, il fe fait fur-le-champ un précipité blanc abondant. Le point de faturation trouvé, on laiffe dépofer le précipité, on décante la liqueur, que l'on met à part, & on lave le précipité.

13°. Le précipité féché eft pulvérulent comme une craie ou magnéfie, fans aucune forme faline apparente à la vue; ce précipité n'a donc aucune reffemblance avec la félénite.

14°. Ce même précipité ou fel à bafe terreufe ne fait effervefcence avec aucun des acides. Il fe diffout totalement dans l'acide nitreux & dans l'acide du fel marin. On voit par-là que loin d'être une terre abforbante, il a les propriétés des terres animales telles que les os.

15°. On fait de la félénite avec ce précipité comme avec la terre animale.

16°. Enfin la liqueur qui a été décantée de deffus le précipité n°. 12, évaporée convenablement pour cryftallifer, donne des cryftaux de nitre quadrangulaire; nouvelle preuve que ce fel a pour bafe le *natrum*.

Il y a peu de chofe à ajouter au travail de ce grand Chymifte pour completter le fyftême des propriétés de notre fel, & il n'y a rien à en retrancher, fi ce n'eft l'induction qu'il tire des art, 8, 10 & 14, que fon acide eft le même que l'acide phofphorique; encore M. Prouft lui a-t-il fait honneur de lui avoir infpiré le deffein de s'en affurer par de nouvelles recherches, & de l'avoir dirigé dans le travail par lequel il eft parvenu à en démontrer la différence; il eft temps de le faire connoître.

M. *Prouft* ayant remarqué que l'acide phofphorique à l'état de verre n'avoit pas une faveur marquée, qu'une once de ce verre traitée à la diftillation avec beaucoup plus de charbon qu'il n'en falloit, ne donnoit guère plus d'un gros de phofphore; il en conclut qu'il contenoit quelque fubftance qui n'étoit pas attirée par le phlogiftique. *Journ. phyf. tom XVII, pag. 148.* Pour s'en affurer, il verfa de l'eau diftillée fur le réfidu de l'opération du phofphore trouvé dans la cornue, la liqueur filtrée & évaporée lui donna depuis cinq jufqu'à fix gros par once de cryftaux paralellogrammes d'un pouce de longueur, couchés horifontalement les uns fur les autres & entre-croifés. Il reconnut bientôt que cette fubftance faline étoit la même que le fel perlé de Haupt, & le fel fufible à bafe de *natrum* retiré de l'urine par M. Rouelle, & qui ne contenoit point d'acide phofphorique, puifqu'elle ne donnoit point de phofphore avec le charbon.

Les acides minéraux verfés dans la diffolution de ce fel n'y occafionnèrent aucun changement; mais M. *Prouft* ne s'en laiffa point impofer par ces apparences, il vit qu'il étoit décompofé même par le vinaigre, qui lui enlevoit fa bafe, & qui, par des évaporations répétées, fourniffoit de l'acète de foude (terre foliée à bafe de *natrum*).

Il s'agiffoit de féparer les dernieres portions de fel neutre de l'eau-mère de ces cryftallifations, pour obtenir pure la fubftance qui neutralifoit auparavant la foude; M. *Prouft* y eft parvenu en employant l'efprit-de-vin. Ayant fait cryftallifer la plus grande partie de l'acète de foude, il verfa fur l'eau-mère huit ou dix fois fon poids d'efprit-de-vin chaud; il agita fortement le mélange, tout le fel acéteux fut diffous, & il fe raffembla au fond du vafe une matière épaiffe en forme de *magma*.

Cette matière fut lavée dans de nouvel efprit-de-vin chaud, elle fut enfuite diffoute dans l'eau diftillée, & donna par l'évaporation à l'air libre des cryftaux femblables à ceux qu'avoit fourni le réfidu du phofphore.

Telle eft la fubftance à laquelle M. *Prouft* affigne avec raifon *un rang parmi les fels fimples*, qu'il dit avoir, comme eux, fes attractions particulières & tous les caractères d'un corps *fui generis*, que M. Bergman a admis au nombre des *acides*, & que j'appellerai déformais *acide ourétique*.

Cette fubftance n'eft point un acide libre, puifqu'elle verdit le firop de violettes, & qu'elle ne fe diffout pas dans l'efprit-de-vin; mais il n'eft pas moins certain que cet acide y éxifte, quoiqu'on n'ait pas encore trouvé le moyen de le mettre à

nu; elle fait fonction d'acide, puisqu'elle s'unit à différentes bases, & il n'en faut pas d'avantage pour qu'elle doive être comptée au nombre des des dissolvans acides; on n'a pas toujours connu les procédés pour ramener le tartre purifié à l'état d'acide absolument simple, & cependant on ne lui a jamais refusé la qualité d'acide propre de son genre; aussi M. *Proust* n'hésite pas de le comparer à l'acide boracin (sel sédatif), auquel il ressemble en effet par quelques propriétés, quoiqu'il en ait d'autres qui forment des caractères essentiellement différens.

M. Bergman croit que c'est l'alkali minéral qui masque ses propriétés acides, & il en juge par la crystallisation, la saveur & l'efflorescence: cette dernière circonstance est la seule qui puisse fonder une conjecture, encore n'est il pas impossible que cette propriété appartienne à des sels qui aient une autre base: il est même difficile de concevoir qu'un acide puisse céder une partie de la même base, & retenir l'autre avec tant d'opiniâtreté; cependant je ne dissimulerai pas que le vitriol de potasse en fournit un exemple. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE, AFFINITÉ & VITRIOL DE POTASSE.

Ne parviendra-t-on pas à enlever cette base à l'*acide ourétique?* Les expériences qui ont été faites jusqu'à présent paroissent indiquer qu'aucune substance n'en est capable par affinité simple, mais les affinités doubles offrent des ressources qui n'ont pas encore été épuisées à beaucoup près. Leur succès pour la décomposition du sel d'oseille est bien fait pour engager à en tenter ici l'application. *Voyez* ACIDE OXALIN.

Si l'on réussit à obtenir cet acide dans toute sa pureté, nous distinguerons alors, par des dénominations appropriées, ses différens états & ses sels doubles ou triples, comme nous l'avons fait pour les acides *oxalin* & *tartareux*.

Ce n'est pas seulement dans le phosphate natif de l'urine que cet acide se rencontre, MM. Proust & Bergman assurent qu'il se trouve aussi dans les os avec l'acide phosphorique. J'ai en effet observé que le résidu de l'opération du phosphore par les os donnoit sur les charbons une flamme verte, ce qui est un des caractères de notre acide. J'ai bien essayé de le retirer par dissolution, mais je n'ai pu en venir à bout, sans doute parce que la vitrification étoit trop avancée, qu'il n'y avoit pas eu assez de poussière de charbon pour l'empêcher, qu'il avoit attaqué la base de la cornue de grès, & sur-tout parce que ce verre ourétique étoit chargé de beaucoup de terre calcaire provenant de la sélénite restée dans la dissolution des os. Je mêlai une portion de ce résidu avec partie égale de nitre, & je ne parvins pas même à le mettre en état pâteux; il me paroit cependant que c'est le plus sûr moyen, en augmentant beaucoup la proportion du nitre.

Je suis porté à croire que cet acide n'existe pas dans la chair animale, parce que l'acide phosphorique qu'on en retire coule tout de suite en un verre transparent. Au reste, nous verrons que fondu avec l'acide phosphorique il conserve aussi sa transparence.

L'analogie ne permet pas de douter que cet acide n'admette, comme tous les autres, dans sa composition une portion d'air vital, principe acidifiant, & puisque l'on recueille le sel qui en est formé par simple évaporation de l'urine, & avant qu'il ait pu recevoir ce principe par échange ou autrement, on doit conclure que l'acide tout formé existe dans le règne animal.

On pourroit être tenté d'imaginer que cet acide est le même que celui qui a été découvert par MM. Schéele & Bergman dans les calculs de la vessie; mais pour écarter ce soupçon, il suffit de considérer que ce dernier altère en rouge l'infusion de tournesol, & qu'il se dissout facilement dans l'esprit-de-vin. *Voyez* ACIDE BEZOARDIQUE *dans le supplément, à l'article acide.*

L'*acide ourétique* séparé, autant qu'il est possible, de toute base, par le procédé de M. Proust, a une saveur légérement alkaline, & verdit le sirop de violettes. M. *Venel* dit, dans la première édition de l'encyclopédie, que le sel perlé, *au lieu de rafraîchir la langue, l'échauffe comme un charbon ardent*, cependant sans mal ni douleur; cette observation est d'autant plus singulière, qu'elle ne s'applique qu'au sel neutre saturé de toute la soude qui l'accompagne ordinairement, & non à l'acide séparé d'une partie de sa base, lequel n'a pas été connu de ce Chymiste, qui reprend au contraire Margraff d'avoir dit qu'il n'avoit point de rapport avec le sel microcosmique.

Cet acide se fond au feu avec bouillonnement, & laisse une masse vitreuse qui est transparente tant qu'elle est chaude, qui devient opaque en refroidissant; il ne donne point de phosphore avec les matières phlogistiques. Si on le tient longtemps au feu, il attaque le creuset & perd de sa solubilité dans l'eau en raison de la quantité qu'il en a dissous. Si on le verse sur les charbons pendant qu'il est en fusion, il colore leur flamme en verd.

Cet acide concret tombe facilement en efflorescence à l'air.

Une once d'eau chaude peut dissoudre jusqu'à cinq gros de cet acide en crystaux, & la dissolution donne, par l'évaporation à l'air libre, les mêmes crystaux, c'est-à-dire absolument semblables à ceux qui ont été précédemment décrits, & qui avoient été retirés du résidu de l'opération du phosphore.

Ces crystaux se dissolvent tranquillement dans les acides minéraux, & partagent leur eau de dissolution, mais ils ne les neutralisent pas, ils ne leur enlèvent pas même la saveur, & ne contractent aucune union avec eux; aussi cet acide concret peut-il être séparé par l'esprit-de-vin qui redissout ces acides. Ceci fournit une preuve sans replique

que cette subſtance n'eſt point de nature alkaline.

Cependant l'acide phoſphorique paroît faire exception; cet acide pur, même celui qu'on obtient de la combuſtion lente du phoſphore s'unit à l'acide ourétique par la voie sèche & par la voie humide dans toutes proportions. Si on les fond enſemble dans un creuſet, l'acide ourétique partage la tranſparence de l'acide phoſphorique, & la conſerve après le refroidiſſement. « Dans cette union (dit M Prouſt), l'acide phoſphorique perd ſa ſaveur » acide, & régénère le verre clair & tranſparent » qui ſert de baſe au ſel natif; ce nouveau verre » artificiel ſature l'alkali volatil, verdit le ſirop » de violettes, donne du ſel natif régénéré, & a » la même ſolubilité, la même ſaveur que l'acide, » baſe du ſel natif. Ce verre donne du phoſphore » avec la poudre de charbon, & laiſſe en réſidu » notre ſubſtance capable de réformer des cryſtaux ».

Le même Chymiſte conclut de ces obſervations que le phoſphate natif (ſel eſſentiel de l'urine) n'eſt point immédiatement compoſé d'acide phoſphorique & d'alkali volatil, mais *un vrai ſel à trois parties*, dans lequel les deux acides & l'alkali volatil tendent d'une force égale, les uns vers les autres, phénomène dont il y a déja pluſieurs exemples en Chymie. *Voyez* ACIDE PHOSPHORIQUE.

L'acide ourétique étant ſuſceptible de s'unir aux différentes baſes terreuſes, alkalines & métalliques, nous nommerons *ourètes* les ſels qui réſulteront de ces combinaiſons, ſuivant les règles de nomenclature analogique, & nous les diſtinguerons par l'expreſſion de la baſe. *Voyez* OURETE CALCAIRE, OURETE DE SOUDE, OURETE MERCURIEL, *&c.*

Ces ſels ſont encore peu connus, mais ils ont des rapports trop évidens avec l'analyſe animale pour que l'on en néglige plus long-temps l'examen.

Cet acide décompoſe à la diſtillation le nitre & le ſel commun, ce qu'il ne peut faire que par ſa fixité, puiſque les acides de ces ſels lui prennent par la voie humide la potaſſe & la ſoude, du moins la portion de ces baſes qui peut en être ſéparée.

Les ſels terreux & métalliques décompoſent l'ourète de ſoude: le nitre calcaire y occaſionne un précipité, qui eſt de l'ourète calcaire ou ſel formé de l'union de l'acide ourétique & de la terre calcaire; la liqueur qui ſurnage tient du nitre de ſoude. L'eau de chaux produit la même combinaiſon, mais pour lors l'alkali minéral reſte libre en état cauſtique.

Si l'on verſe dans la diſſolution de l'ourète de ſoude une diſſolution de nitre mercuriel, la liqueur ſe trouble & laiſſe dépoſer un précipité blanc, qui eſt de l'ourète mercuriel, & qui régénère de l'ourète de ſoude lorſqu'on le fait bouillir dans une diſſolution de cet alkali. J'ai déja obſervé, d'après M. Rouelle, que lorſqu'on traitoit ce précipité à la cornue, le mercure paſſoit à la diſtillation, & qu'il reſtoit une matière opaque vitreuſe *qui agiſſoit fortement ſur la cornue*. Cette action plus marquée ſemble annoncer qu'à la faveur de la double affinité, l'acide nitreux avoit réduit l'acide ourétique à un état plus ſimple; c'eſt en effet dans de ſemblables opérations que l'on doit chercher le moyen de le priver de toute baſe.

Que l'on prenne, par exemple, l'acide ourétique traité avec le vinaigre & précipité par l'eſprit-de-vin, à la manière de M. Prouſt, s'il décompoſe également la diſſolution de nitre mercuriel, il eſt probable qu'en s'uniſſant à la terre métallique il aura cédé en même-temps la baſe qu'il avoit à l'acide nitreux; il ſera facile de s'en aſſurer par l'évaporation de la liqueur. Après cela on pourra peut-être réuſſir à retrouver l'acide ſeul, en favoriſant la réduction du mercure par une addition de matière charbonneuſe, en ſorte qu'on ne fût pas obligé de pouſſer l'acide au degré de chaleur qui le met dans un état de verre inſoluble.

M. Bergman indique les affinités de cet acide *par la voie humide* dans l'ordre ſuivant:

Le calce.
Le barote.
La magnéſie.
La potaſſe.
La ſoude.
L'ammoniac.
L'alumine.

Subſtances métalliques: {
Le zinc.
Le fer.
La manganèſe.
Le cobalt.
Le nickel.
Le plomb.
L'étain.
Le cuivre.
Le biſmuth.
L'antimoine.
Le mercure.
L'argent.
L'or.
La platine. }

L'eau.

Il n'eſt pas queſtion ici de l'eſprit-de-vin ni du phlogiſtique, parce que juſqu'à préſent cet acide a refuſé de former aucune combinaiſon avec eux.

La table de M. Bergman indique le même ordre pour les affinités de cet acide *par la voie ſèche*, excepté que l'ammoniac vient après les chaux métalliques, & pourtant encore avant la terre alumineuſe.

ACIDE OXALIN, acide de l'oſeille (*oxalis acetoſella Linn.*) *ſel d'oſeille*. Nous avons à conſidérer ici deux ſubſtances ſalines qui reçoivent leurs propriétés caractériſtiques du même principe: l'une, qui eſt un acide libre, l'autre, où ce même

acide eſt en partie ſaturé & qui fait néanmoins fonction d'acide. Le plus embaraſſant eſt d'appliquer à ces ſubſtances des dénominations qui les indiquent ſpécifiquement & ſans confuſion, non-ſeulement lorſqu'elle ſont ſeules, mais encore dans les combinaiſons où elles entrent, & qui participent néceſſairement de leurs diverſes propriétés; c'eſt avec peine que je me détermine à emprunter encore deux termes nouveaux pour faire ceſſer toute équivoque; je ne me diſſimule pas tous les reproches auxquels je m'expoſe de la part de ceux pour qui la ſcience exiſte toute entière dans quelques mots dont ils ont chargé leur mémoire, ils auroient au moins préféré que, pour les combinaiſons de l'une de ces ſubſtances, j'euſſe conſervé l'expreſſion périphraſée de *ſel d'oſeille à baſe de*, *&c*, mais le véritable intérêt de la Chymie l'emporte ſur ces conſidérations.

Je nommerai donc avec M. Bergman *acide oxalin* l'acide pur, ſéparé de toute baſe, & ſuivant les principes de la nomenclature méthodique (*Voyez* DENOMINATION), j'appellerai *oxaltes* les ſels formés de cet acide. Pour cette autre ſubſtance dans laquelle les propriétés acides ſont affoiblies en proportion de l'alkali qui entre dans ſa compoſition, il me paroît convenable de la nommer *acidule oxalin*, & *oxaltes triſules* les ſels qui admettent une nouvelle baſe, ſans exclure celle qui y étoit auparavant, puiſqu'en effet ce ſont des ſels à trois parties. Si l'on imagine quelque choſe de plus ſimple, je ſuis prêts à l'adopter; mais tout homme ſenſé conviendra que ce ſeroit une abſurdité de s'obſtiner à conſerver les mêmes noms à des compoſés différens.

Le ſel d'oſeille du commerce eſt la matière première que le Chymiſte emploie à ces opérations; il faut donc commencer par faire connoître ce que c'eſt, d'où & comment on le tire; nous donnerons enſuite la manière d'en ſéparer l'acide pur, nous examinerons enfin les propriétés & les affinités de ce diſſolvant, ſoit dans l'état de ſa plus grande ſimplicité, c'eſt-à-dire d'acide libre, ſoit dans l'état de ſel acidule.

§ I. *Sel d'oſeille du commerce.*

On trouve dans les mémoires de l'académie royale des ſciences pour 1668, un mémoire de M. Duclos, où il eſt fait mention du ſel eſſentiel d'oſeille, obtenu du ſuc de cette plante rapproché & abandonné à la cryſtalliſation dans un lieu frais.

Juncker en parle à peu-près dans les mêmes termes; Boerhaave en a un peu mieux décrit la préparation dans ſa chymie, *tom. 2*, *procédé 7*, où il dit qu'il faut prendre une quantité très-conſidérable d'oſeille (*acetoſa hortenſis latifolia*, *Rumex acetoſa*, *Linn.*), la laver, en exprimer le ſuc, le filtrer par un linge, en y ajoutant ſix fois ſon poids d'eau de pluie, évaporer la liqueur juſqu'en conſiſtence de crême, & l'expoſer enſuite, couverte d'une légère couche d'huile d'olive, pendant huit mois à la cave: au moyen de l'huile, *qui empêche la fermentation & la production du principe muqueu*[illegible], la liqueur qui, dans cet état, eſt *très-acide*, donne au fond des vaiſſeaux un ſel qui a quelque reſſemblance avec le tartre.

Le célèbre Margraff (dans ſa diſſertation ſur l'alkali fixe que l'on peut ſéparer du tartre de vin), rapporte auſſi des expériences faites avec le même ſuccès ſur le *ſel d'oſeille*, dont il a de même ſéparé de l'alkali par le moyen de l'acide nitreux, à la vérité beaucoup plus difficilement que du tartre raffiné ou acidule tartareux. Enfin M. Scheffer en parle dans ſes leçons de Chymie, §. 67, à peu-près comme Boerhaave.

Cependant les opinions ſur la nature de ce ſel étoient encore ſi incertaines, que M. de l'Iſle écrivoit en 1772, dans la première édition de ſa cryſtallographie, « que le ſel d'oſeille des boutiques » étoit un ſeul acide concret qui venoit d'Alle- » magne, qu'on ignoroit abſolument d'où on le » tiroit & comment on le faiſoit, mais qu'il pa- » roiſſoit bien différent du véritable ſel eſſentiel » acide qu'on tiroit du ſuc de l'oſeille, celui-ci » étant infiniment plus terreux & moins acide ». Et il ajoutoit par forme de correction, à la fin de ce volume: « On fait actuellement que ce ſel n'eſt » autre choſe que du tartre vitriolé (vitriol de » potaſſe) avec excès d'acide ».

Il eſt probable qu'il s'étoit réellement introduit un ſel d'oſeille ſophiſtiqué, & que de là étoit venue la prévention contre tous les ſels que l'on envoyoit ſous ce nom de Suiſſe & d'Allemagne; car il paroît par une lettre de M. *Bayen*, imprimée dans le journal phyſique du mois d'octobre 1773, que c'étoit en France l'opinion générale. Mais ce ſavant Chymiſte annonça avec éloge la diſſertation que venoit de publier à ce ſujet M. *Savary*; il a été enrichi depuis des obſervations & expériences de MM. *Wenzel* & *Wiegleb*; c'eſt dans leurs ouvrages que je puiſerai principalement les matériaux néceſſaires pour la compoſition de cet article.

Le ſel d'oſeille eſt préparé en grande quantité en Suiſſe, au Hartz, dans les forêts de Thuringe, & encore, ſuivant M. Spielman, en Souabe; on le tire du ſuc de l'oſeille connue des Botaniſtes ſous les noms d'*oxitriphillum*, *d'acetoſa*, *d'oxalis acetoſella*, & qu'on appelle en françois *alleluia*, & de l'oſeille à feuilles étroites, *Rumex foliis lanceolatis*. M. Bayen a comparé ce ſel avec celui qu'il avoit lui-même préparé avec l'oſeille, potagere, *acetoſa rotundi-folia hortenſis*, & il a reconnu qu'il n'y avoit abſolument aucune différence. On eſt fâché de voir qu'après des expériences bien faites, publiées par des ſavans de ce mérite, on s'obſtine encore à retarder les progrès de la confiance & de la vérité par de ſimples opinions deſtituées de toute objection de fait, & même de raiſonnement;

c'est ce que vient de faire M. de l'Isle dans la nouvelle édition de sa crystallographie.

Les Chymistes (dit M. Wiegleb) ne sont nulle part en état de travailler ce sel au même prix pour lequel le commerce le leur apporte, parce qu'il y a très-peu d'endroits où l'oseille se trouve assez abondamment, & que suivant, les expériences de M. Savary, cinquante livres de cette plante, qui fournissent par expression vingt-cinq livres de suc, ne donnent pas plus de deux onces & demie de sel pur.

Le sel d'oseille qui se fait en Suisse a sur tous les autres l'avantage d'être parfaitement blanc, en crystaux assez gros & très-beaux; celui qui vient des forêts de Thuringe est jaunâtre & en plus petits crystaux. M. Wiegleb les a soumis à des expériences comparées, & il résulte de ses observations :

1°. Qu'un gros de *sel de Suisse* ne peut être dissous que dans six gros d'eau bouillante, & que malgré l'addition de six gros d'eau, il se crystallise de nouveau par le refroidissement.

2°. Qu'un gros de *sel de Thuringe* exigea douze gros d'eau bouillante pour sa dissolution complette, & qu'il s'en recrystallisa une moitié par le refroidissement.

3°. Que deux gros de chacun de ces sels dissous à l'aide de la chaleur dans deux onces d'acide vitriolique, & laissés dans un lieu frais, donnèrent des *crystaux minces avec de longues pointes*, & qui avoient une saveur extrêmement acide.

4°. Que l'un & l'autre sel dissous en pareille quantité dans l'acide nitreux délayé, à l'aide de la chaleur, donnèrent en même-temps des crystaux différens; *le sel de Suisse* en petits crystaux feuilletés, *le sel de Thuringe* en crystaux prismatiques assez gros, mais au surplus de la même nature, c'est-à-dire sans qu'il y eût encore du vrai nitre.

5°. Que quatre gros de *sel de Suisse* exigèrent pour leur saturation quatre gros $\frac{1}{2}$ d'alkali fixe ou méphite de potasse; & quatre gros de *sel de Thuringe* ne prirent que trois gros $\frac{1}{4}$ du même alkali, ce qui annonçoit que le dernier contenoit réellement moins d'acide.

Il n'est pas étonnant que la forme de ce sel varie à un certain point, suivant le degré de pureté, & aussi suivant les procédés de la fabrication; mais sa crystallisation régulière n'a pas encore été bien déterminée, quoiqu'elle ait été dès long-temps gravée d'après les observations microscopiques de Capeller & de Ledermuller. M. Savary représente ses crystaux comme des colonnes minces, longues de deux lignes, réunies par une de leurs extrémités, & présentant à l'autre extrémité une surface plus large. Suivant M. Wiegleb, ce sont des rhombes allongés, feuilletés & posés les uns sur les autres. *Ces lames ont paru à M. de l'Isle des parallélipipèdes fort allongés.* On peut en effet rapporter à ce type les figures que j'ai le plus constamment observées dans le sel d'oseille blanc que j'ai pris chez les droguistes, & sa crystallisation spontanée dans ses dissolutions étoit exactement, comme le dit M. Savary, un faisceau de prismes, ou plutôt de feuillets longs & minces, assemblés par un bout & s'écartant de l'autre bout.

Le sel d'oseille est plus soluble que l'acidule tartareux ou crème de tartre, & il a une saveur acide bien plus marquée.

A ces caractères il est déja facile de distinguer le vrai sel d'oseille, nous en indiquerons d'autres en examinant ses propriétés comme dissolvant acidule; mais avant de terminer ce paragraphe, il ne sera pas inutile de donner une méthode prompte & commode, pour ne pas être dupe des fraudes du commerce. Cette méthode consiste à faire dissoudre dans l'eau un peu de ce sel, & de verser la dissolution dans l'eau sélétineuse; si elle ne la trouble pas en décomposant le vitriol calcaire, ce n'est point du vrai sel d'oseille; si elle la trouble, on est sûr de n'être pas trompé, car il n'y a que les acides oxalin & sacchatin qui enlèvent le calce à l'acide vitriolique, & il n'y à pas a craindre que l'on vende de l'acide du sucre pour du sel d'oseille, puisque le premier est encore beaucoup plus cher.

§. II. *De l'acide oxalin.*

L'*acide oxalin* se tire du sel d'oseille en le séparant de la portion de potasse, à laquelle il se trouve naturellement uni.

M. Margraff avoit très-bien vu qu'en traitant le sel d'oseille avec l'acide nitreux, on obtenoit du vrai nitre, & que par conséquent on en séparoit de l'alkali végétal; mais ce célèbre Chymiste avoit reconnu en même temps que le sel d'oseille se laissoit décomposer bien plus difficilement que l'acidule tartareux ou crème de tartre; qu'en le traitant avec partie égale d'acide nitreux, la première crystallisation ne donnoit encore que du sel d'oseille non décomposé; que ce n'étoit qu'à la seconde crystallisation qu'on obtenoit du vrai nitre, & en fort petite quantité; enfin qu'il falloit employer jusqu'à six parties d'acide nitreux pour avoir une décomposition un peu plus marquée. Ainsi, dans cette opération, l'*acide oxalin* n'est pas complettement mis à nu; quand on y parviendroit, cet acide resteroit mêlé avec l'acide nitreux surabondant: elle ne peut donc servir qu'à démontrer l'existence de l'alkali tout formé dans le sel d'oseille.

La décomposition de ce sel par les autres acides a de même l'inconvénient de laisser l'*acide oxalin* mêlé avec ces acides, dont il est ensuite très-difficile de le débarrasser complettement.

La terre calcaire ayant plus d'affinité avec cet acide que les alkalis, elle peut être employée pour en séparer la potasse, comme on le pratique pour le tartre. 100 parties de craie décomposent parfaitement cent trente-sept parties de sel d'o-

feille en s'emparant tant de l'acide uni à la base alkaline que de l'acide surabondant; il se forme un précipité d'oxalte calcaire qui, après avoir été lavé & séché, pèse cent soixante-quinze, & la liqueur qui surnage tient trente-deux de méphite de potasse, c'est-à-dire à peu-près autant qu'on en obtient par la décomposition du sel par le feu.

Mais M. Bergman remarque très-bien que ce procédé ne peut servir à retirer l'acide libre comme pour le tartre, parce qu'il y a cette différence que l'acide vitriolique ne peut reprendre la base calcaire à cet acide.

MM. Savary & Wiegleb ont essayé d'obtenir l'acide pur en traitant le sel d'oseille à la distillation, soit seul, soit avec un acide capable de retenir sa base.

Une once (480 grains) de sel d'oseille blanc ayant été distillée à feu nu dans une petite cornue, avec l'attention d'augmenter le feu par degrés, il s'est élevé en vapeurs très-subtiles une liqueur claire comme de l'eau, qui avoit un goût plus fort que celui de l'acide acéteux, mais dont l'odeur n'avoit cependant rien d'acide, & qui pesoit 150 grains, il n'y eut aucune trace d'huile. On trouva un résidu d'un gris clair, du poids de 160 grains, qui s'échauffa considérablement avec l'eau distillée, qui, pendant sa dissolution, laissa précipiter deux grains de terre brune, & qui fournit par l'évaporation 156 grains d'alkali. Pendant l'opération, il se sublima au col de la cornue environ quatre grains d'un sel concret fort acide qui y forma comme des cercles.

Le produit de cette distillation est de l'*acide oxalin* pur; mais M. Wiegleb vit bien que la quantité de ce produit ne répondoit pas à la quantité de cet acide contenue dans le sel d'oseille, puisqu'il y avoit sur les poids un déchet de 166 grains, malgré toute l'attention qu'il avoit apportée pour qu'il ne pût rien se dissiper. Au lieu d'en conclure comme M. Savary, que l'acide qui manquoit avoit été converti en alkali, il jugea « que l'acide qui » avoit passé à la distillation ne venoit que de la » portion qui étoit dans le sel au-delà du point » de saturation de l'alkali; & que la quantité qui » servoit proprement à cette saturation, & qui » étoit sans doute la plus considérable, n'avoit pu » être séparée de la même manière, & par conséquent avoit été détruite par le feu, comme il » arrive à tout acide végétal uni à une base alkaline ».

Pour s'en assurer, M. Wiegleb essaya de dégager cette portion d'acide par un acide plus puissant; il versa 120 grains d'acide vitriolique sur 480 grains de sel d'oseille, & il distilla à feu nu dans une cornue bien luttée avec son récipient; il n'obtint cependant encore que 200 grains de liqueur, à la vérité plus chargée d'acide que le produit de la précédente distillation, & dans laquelle il assure n'avoir pu découvrir aucune trace d'acide vitriolique. Il répéta l'opération en doublant la dose d'acide vitriolique, & le produit ne fut pas plus considérable, au même degré de feu; en l'augmentant sur la fin, il recueillit encore trente grains de liqueur, mais pour lors très-chargée d'acide vitriolique; le résidu de ces distillations étoit du vitriol de potasse.

Il paroît que M. Wiegleb n'a jugé de la pureté des premiers produits de ces opérations que parce que le précipité qu'il occasionnoit dans les dissolutions de plomb étoit soluble dans l'acide nitreux, & en supposant que le vitriol de plomb est insoluble dans cet acide; mais M. Bergman qui, le premier, a indiqué cette épreuve, a depuis averti qu'elle n'étoit pas sûre. Il n'y aura plus d'incertitude quand cette liqueur aura été essayée par une dissolution de terre barotique, qui est le réactif le plus infaillible pour découvrir l'acide vitriolique. On pourroit même, si on le vouloit, dépouiller complettement les produits de ces distillations de tout acide vitriolique, sans y porter aucune substance étrangère, en les précipitant par une dissolution d'oxalte barotique par excès d'acide.

Voilà donc déja des procédés pour obtenir l'*acide oxalin* libre & pur, mais il me reste à en faire connoître un autre qui est dû au célèbre Schéele, qui est encore plus expéditif, & dans lequel il paroît qu'il doit y avoir moins de perte.

Il consiste à saturer l'acide surabondant du sel d'oseille par l'alkali volatil, & à verser dans la liqueur une dissolution de nitre barotique; il se fait sur-le-champ échange de bases par le moyen d'une double affinité; l'acide nitreux s'empare des deux alkalis, & la terre barotique forme avec l'*acide oxalin* un sel peu soluble qui se précipite au fond de la liqueur. Cet oxalte barotique est à son tour décomposé par l'acide vitriolique en vertu de l'affinité plus puissante qu'il exerce sur cette base; & comme il régénère avec elle le vitriol barotique, ou spat pesant, absolument insoluble, on trouve dans la liqueur l'acide pur, que l'on sépare du précipité par décantation. On doit seulement avoir l'attention de ne pas mettre plus d'acide vitriolique qu'il n'en faut, & si cela étoit arrivé, de le reprendre, en ajoutant de l'oxalte barotique dissous dans l'eau bouillante, ou même en état concret.

Cet acide pur, dit M. Bergman, n'a pas encore été suffisamment examiné, il paroît s'approcher d'avantage de celui du sucre que de celui du tartre; il est cependant différent de l'un & de l'autre, car l'oxalte de potasse décrépite au feu, s'y fond, noircit peu, & se laisse décomposer par le méphite de potasse, ce qui ne convient pas au tartre de potasse; & le saccharte de potasse ne ressemble nullement aux sels formés de l'union des acides tartareux & oxalin avec cet alkali.

Cela n'a pas empêché quelques Chymistes, & en particulier M. Westrumb, de regarder l'acide du sucre comme le principe acide identique du tartre, du sel d'oseille &c. Nous examinerons ailleurs les

raisons sur lesquelles ils fondent cette opinion. *Voyez* ACIDE SACCHARIN.

Les expériences de MM. Savary & Wiegleb confirment les caractères spécifiques de l'*acide oxalin* pur, & établissent comme il suit le systême de ses propriétés.

1°. Par l'évaporation à un feu doux, il donne un sel concret en aiguilles qui a une saveur fort acide.

2°. Exposé au feu, il se volatilise en entier, ou plutôt, comme le dit M. Bergman, il se détruit, mais il se boursouffle moins que l'acide tartareux, & ne noircit pas comme lui.

3°. La distillation de ces crystaux rougit fortement les couleurs bleues végétales.

4°. Traité à la dissolution, il donne un phlegme beaucoup plus acide que celui qu'on obtient de l'acide tartareux, & sans aucune trace d'huile.

5°. Il ne paroît avoir aucune affinité avec le phlogistique; & lorsqu'on le traite avec le noir de fumée ou la poussière de charbon, il ne donne aucune odeur d'hépar.

6°. Il dissout avec effervescence les méphites terreux & alkalins, & forme avec eux des sels neutres. *Voyez* OXALTE CALCAIRE, OXALTE DE POTASSE, *&c.*

7°. Il n'attaque point l'or, ni l'argent, ni le cuivre, ni le bismuth.

8°. Il dissout l'argent précipité de l'acide nitreux par l'alkali volatil.

9°. Il corrode le plomb sans le dissoudre.

10°. Il attaque directement le fer, l'étain, l'antimoine & le zinc, *Voyez* les propriétés de ces sels aux articles *OXALTE DE FER*, *OXALTE DE ZINC*, &c.

11°. Suivant M. Savary, il donne avec l'esprit-de-vin une liqueur éthérée. *Voyez* ETHER OXALIN.

M. Bergman donne les affinités de cet acide dans l'ordre qui suit, en avertissant seulement que le rang de la magnésie n'est pas encore bien déterminé.

Le calce.
Le barote.
La magnésie.
La potasse.
La soude.
L'ammoniac.
L'alumine.
Chaux métalliques { De zinc. De fer. De manganèse. De cobalt. De nickel. De plomb. D'étain. De cuivre. De bismuth. D'antimoine. D'arsenic. De mercure. D'argent. D'or. De platine. }
L'eau.
L'esprit-de-vin.
Le phlogistique.

Cet acide décompose le vitriol calcaire & trouble la liqueur à raison du nouveau sel peu soluble qui s'y forme; ce qui le rend propre à servir de réactif pour les eaux séléniteuses.

Il décompose de même le muriate calcaire.

Il enlève l'argent, le mercure & le plomb à l'acide nitreux.

Il ne trouble pas la dissolution de muriate mercuriel corosif.

Il décompose l'acète de plomb.

M. Paeken, dans sa dissertatton *de sale acido essent. tartari*, rapporte que si on verse dans la dissolution d'argent ou de mercure, de l'*acide oxalin* saturé d'alkali fixe végétal ou oxalte de potasse en liqueur, la terre métallique forme un précipité salin qui est *fulminant*, lorsqu'on l'expose à un grand feu. Cette expérience a été répétée au cours de Chymie de l'Académie de Dijon: le précipité a été mis dans une cuiller de fer sur des charbons ardens; à peine a-t-il senti la chaleur, qu'il s'est dispersé avec bruit.

§. III. *De l'acidule oxalin.*

Le sel d'oseille imparfaitement saturé est lui-même susceptible, comme nous l'avons dit, d'exercer, sans se décomposer, une action sur plusieurs substances; il constitue par conséquent un vrai dissolvant, que nous nommerons désormais acidule oxalin, pour le distinguer de l'acide oxalin libre.

Pour avoir l'acidule oxalin bien pur, il faut le dissoudre, filtrer la dissolution froide, la rapprocher ensuite par l'évaporation, & la faire crystalliser par refroidissement. Le sel du commerce préparé en grand n'est jamais exempt d'impuretés: M. Bergman a même observé que la proportion de ses principes constituans varioit considérablement. Quelquefois cent parties de ce sel lui ont donné, par la combustion & l'élixation, trente-une parties de potasse, & la saturation de l'acide surabondant exigeoit $112\frac{1}{2}$ d'alkali végétal; un autre sel a laissé au feu $\frac{31}{100}$ de potasse, & il n'en falloit que quatre-vingt-sept pour saturer l'excès de son acide. D'où il résulte que dans le premier l'acide surabondant étoit à l'acide saturé :: 7 : 2, & dans le second :: 7 : 3. M. Bergman croit que cette différence peut venir de la nature du sol où la plante a végété, ou du procédé de la fabrication; au reste, l'acide libre forme toujours la portion la plus considérable, & de là vient que son acidité est plus sensible que celle de l'acidule tartareux.

Il est évident que la solubilité de ce sel doit varier

rier en raison de la proportion de ses principes. Suivant M. Wenzel, 960 parties d'eau bouillante prennent 675 de ce sel, ce qui est fort différent de ce que nous avons rapporté des observations de MM. Savary & Wiegleb. Comme on sait que l'acide pur est très-soluble, que l'acide complettement saturé se dissout également en beaucoup plus grande quantité, il seroit intéressant de déterminer quelles sont les proportions d'acide & d'alkali qui donnent le composé le moins soluble.

L'acidule oxalin rougit très-sensiblement l'infusion de tournesol : M. Wenzel s'est servi de cette propriété pour déterminer le point de saturation, dans ses expériences sur la combinaison de ce sel avec les différentes bases.

L'oxalte de potasse peut être préparé directement par l'acidule oxalin, en achevant de saturer l'acide avec le même alkali. M. Wenzel dit que 294 grains d'acidule oxalin prennent 120 grains de potasse sèche, obtenue par la détonnation du nitre; mais on sent que ces proportions doivent varier suivant la qualité du sel d'oseille qu'on emploie.

L'acidule oxalin uni aux autres bases forme, comme je l'ai dit, des sels à trois parties, que nous nommons, pour les distinguer, oxaltes trisules. (*Voyez* OXALTE TRISULE CALCAIRE, BAROTIQUE, &c. Suivant l'observation de M. Wenzel, la dissolution des terres saturées d'acide méphitique s'opère avec une vive effervescence.

Suivant M. Savary, l'acidule oxalin dissout le fer & le zinc, attaque l'étain & l'antimoine, corrode seulement la suface du plomb, & ne se charge des autres métaux que lorsqu'ils ont été auparavant privés d'une partie de leur phlogistique. Il est remarquable qu'il donne avec la plupart des terres métalliques des sels crystallisables & non déliquescens. (*Voyez* OXALTE TRISULE d'*argent*, de *cuivre*, &c.) Le fer n'est point précipité de cette dissolution par l'alkali, c'est-à dire, qu'il reste en combinaison avec l'oxalte de potasse.

Les affinités de l'acidule oxalin suivent le même ordre que celles de l'acide oxalin pur, du moins n'a-t-on pas encore apperçu de différence; mais il est évident que toutes les fois que ce sel double n'est pas décomposé par la nouvelle base qu'on lui présente, ses affinités doivent être dans un degré inférieur de puissance, precisément comme le vitriol de potasse, n'attire plus aussi puissamment la portion d'alkali, sans laquelle il peut exister en état de sel neutre, & le laisse aller facilement à l'acide nitreux, quoique plus foible.

Ce sel acidule décompose à la distillation le nitre & même le sel commun; ce qu'il ne peut faire, que parce qu'il a une plus grande fixité que les acides nitreux & muriatique; cependant ces acides emportent toujours avec eux un peu d'acide oxalin libre.

Il enlève la terre calcaire aux acides vitriolique & muriatique.

Il trouble la dissolution d'argent.

Il précipite en blanc la dissolution de nitre mercuriel.

Il ne décompose pas le muriate mercuriel corrosif.

Il précipite abondamment la dissolution acéteuse de plomb.

Dans ces opérations, on ne doit pas négliger de faire état de la base alkaline que ce sel porte avec lui : par exemple, lors de la décomposition du nitre mercuriel, M. Bayen a fait voir qu'il se formoit du véritable nitre; ces phénomènes doivent alors être considérés comme dépendans d'une double affinité.

ACIDE OXALIN (*Pharmacie*). On n'a pas encore fait usage en médecine de l'*acide oxalin* pur, mais seulement de l'acidule oxalin, connu sous le nom de *sel d'acétoselle*, *sel d'oseille*. Les Suisses, qui font un objet de commerce de ce sel, le tirent indistinctement de l'acétoselle ou alleluia, de l'oseille des jardins & de l'oseille sauvage, surnommée ronde. Comme ce sel ne diffère pas essentiellement, quel que soit celui de ces végétaux dont il a été extrait, il importe peu qu'on l'ait retiré de l'un ou de l'autre.

Mais ce sel est cher, & sa cherté engage souvent à lui substituer du vitriol de potasse ou tartre vitriolé avec excès d'acide. Cette fraude, eu égard aux propriétés de l'acide vitriolique & du tartre vitriolé (*voyez* les articles de ces substances salines), est de la plus grande conséquence. La crainte d'employer, pour acide oxalin véritable, un sel si différent, exige que tous les pharmaciens s'assurent, par des épreuves décisives, de la qualité de celui qu'ils tiennent dans leurs boutiques.

M. Schéele, qui s'est convaincu par des expériences de la réalité de cette supercherie, nous a fourni les moyens de la reconnoître. Nous avons répété ses expériences, qui nous ont donné les mêmes résultats. Nous y avons joint quelques observations qui viennent à l'appui des conséquences qu'on doit en tirer, & nous allons les exposer ici les unes & les autres, afin qu'on puisse, par leur secours, s'assurer de la qualité du sel vendu sous le nom de sel d'acétoselle.

Le véritable *acide oxalin* concret, selon Bergius, se crystallise en groupes formés de crystaux figurés en coins obtus à faces planes, rassemblées parallèlement, & qui sont d'un verd obscur avant qu'ils n'aient été purifiés. Mais par sa purification, ce sel prend une couleur d'un blanc cendré, ses crystaux sont en prismes, dont les faces sont un peu convèxes, & qui se terminent en pointe fine.

Ceux du faux *acide oxalin*, quoiqu'extrêmement petits, ont la forme des crystaux de vitriol de potasse terminés en pyramides trièdres.

L'un & l'autre de ces sels ont une saveur très-acide; mais le véritable, étendu sur du linge & un peu humecté, n'en altère pas le tissu; l'autre brûle & détruit l'endroit qu'il touche.

En mettant sur une spatule de fer rougie au feu quelques crystaux du véritable acidule oxalin, il y a une très-légère décrépitation; il se fond, bouillonne, ne donne que très-peu de vapeurs & presqu'insensibles à la vue & à l'odorat; il reste sur la spatule une substance blanchâtre que les épreuves ordinaires démontrent être de la potasse.

La même expérience faite avec le sel suspect donne une vapeur sulphureuse très-remarquable, ne se fond point, ne bouillonne pas, décrépite avec violence, se disperse par la décrépitation, & les fragmens restés sur la spatule sont encore un sel neutre.

Ces deux sels se dissolvent dans l'eau, mais le véritable à la dose de quarante grains & plus par once, l'autre à celle de douze à treize.

L'acidule oxalin pur est dissoluble dans l'esprit-de-vin à seize grains par once. Le faux, ainsi que M. Macquer l'a observé du vitriol de potasse, ne s'y dissout qu'en quantité inappréciable.

Enfin, si dans une dissolution du véritable *acide oxalin* on verse de l'acète de plomb en liqueur, il y a sur-le-champ un précipité blanc, qu'une addition d'acide nitreux fait disparoître, en rendant au mélange sa première limpidité.

Mais la même expérience, tentée sur la dissolution du faux sel d'oseille, n'a pas le même résultat, le précipité blanc n'est pas redissous par l'acide nitreux, parce que l'affinité de cet acide avec le plomb est inférieure à celle du vitriolique avec le même métal.

M. Schéele, auquel, comme nous l'avons dit plus haut, nous sommes redevables de la connoissance de la plupart des faits que nous venons d'exposer, ne s'est pas borné à ces expériences pour constater la nature du sel, qu'avec raison il suspectoit. Il l'a soumis à l'analyse, & il l'a imité par la synthèse.

La première de ces opérations lui a donné, dans le récipient, de l'acide vitriolique, & dans la cornue, du vitriol de potasse.

Il a fait dissoudre de cette espèce de vitriol dans de l'acide vitriolique, & l'a fait crystalliser, & il a eu un sel en tout semblable à l'acidule oxalin factice.

On peut se dispenser d'apprécier, par l'analyse, l'acidule oxalin concret, ou sel d'oseille du commerce, les épreuves indiquées suffisent pour démasquer la fraude lorsqu'elle a lieu, & il est du devoir de tout apothicaire de prendre ce parti.

La difficulté de se procurer un acidule oxalin qui méritât de la confiance, a empêché jusqu'à présent de multiplier les expériences capables de constater les propriétés médicinales de ce sel. On sait seulement qu'il est neutralisant des acres bilieux & alkalescens, un léger roborant, un anti-septique, anti-phlogistique, & conséquemment un rafraîchissant, un doux apéritif, un tempérant, un diurétique froid.

On l'emploie à raison de ces différentes propriétés en potions, en tisanes, en gargarismes; dans les premières, à la dose de douze grains à demi-gros; dans les autres, à celle d'un gros & demi & plus par livre d'infusion appropriée.

Ce sel, à cette dernière dose, dans de l'eau sucrée, donne une limonnade fort agréable (*voyez* LIMONNADES): on en forme des tablettes, connues sous le nom de pastilles de citron, de limonnade sèche. *Voyez* LIMONNADES, PASTILLES.

L'analogie de ce sel avec l'acidule tartareux, nommé crème de tartre, doit faire présumer qu'on pourroit le substituer avec avantage à ce dernier, sur-tout vu sa dissolubilité, qui en rend l'usage plus commode.

Comme dans l'un & dans l'autre il y a un sel neutre de potasse avec excès d'acide, & que c'est à ce sel qu'on doit attribuer la qualité purgative de l'acidule tartareux concret, ou crème de tartre, il est probable que l'acidule oxalin concret pourroit aussi être employé comme purgatif.

On peut obtenir l'*acide oxalin* dégagé de toute base par le procédé ci-devant indiqué d'après M. Schéele. La méthode de M. Retzius ne convient pas ici, parce que l'acide vitriolique ne décompose pas l'oxalte calcaire; nous en avons fait usage pour déterminer la proportion des principes dans le sel d'oseille de nos boutiques, & nous avons vu par-là qu'il contenoit treize onces & demie d'acide pur, & deux onces & demie de potasse.

L'*acide oxalin* pur auroit probablement des propriétés médicinales analogues à celle de son sel, mais seroit plus neutralisant, plus rafraîchissant, plus roborant, astringent, & ses propriétés se rapprocheroient beaucoup de celles de l'acide acéteux; sa rareté ne permet pas de multiplier les épreuves, mais nous ne croyons pas qu'on doive en avoir beaucoup de regret, vu que l'acide acéteux, infiniment moins cher, aura des effets encore plus avantageux, à raison du principe huileux qui entre dans sa composition.

On ne connoît pas encore les effets de ses combinaisons avec différentes bases; mais on peut présumer qu'ils ne différeront pas beaucoup de ceux des acètes & des tartres. Nous tâcherons de les apprécier, & nous ferons mention des résultats de nos expériences. *Voyez* OXALTES.

L'acidule oxalin a une propriété intéressante à connoître, qui est d'enlever les taches d'encre de dessus le linge. On sait que tous les acides, en redissolvant le fer précipité par la noix de galle, & d'où dépend la couleur noire de l'encre, font disparoître cette couleur; mais les acides minéraux brûlent le linge par leur force attractive; celui-ci ne produit pas cet effet: pour s'en servir, on en met quelques grains sur la tache, & on l'humecte avec de l'eau, ou bien on verse sur la tache quelques gouttes de sa dissolution.

ACIDE PHOSPHORIQUE. Cet acide a été aussi nommé, par quelques-uns, *acide de l'urine*, parce

que l'on n'a long-temps retiré le phosphore que de l'urine; aujourd'hui cette dénomination doit être abandonnée, soit parce que l'*acide phosphorique* se trouve aussi dans d'autres matieres animales, soit parce que l'urine contient encore un acide tout [illegible]rent qu'il convient de distinguer, & auquel [illegible] avons cru devoir appliquer plus spécialement [illegible] d'acide *ourétique*, ou de l'urine.

§. I. *Précis historique de sa découverte.*

[illegible] *phosphorique* n'a pas été connu des an[illegible] des sels qui en sont formés; à peine [illegible] leurs ouvrages des traces de quel[illegible] de l'effet de l'urine sur les mé[illegible] usage dans des médicamens; il n'a [illegible] soupçonné par les Chymistes que [illegible] du phosphate natif de l'urine [illegible]ocosmique), & du phosphore. [illegible] que l'on ait autant tardé à [illegible] sur la première de ces [illegible] spontanement dans le ré[illegible]. Suivant M. Spielman, [illegible] qui ait décrit ce sel dans [illegible] en 1699, sous la prési[illegible] A la vérité, M. Pott fait remon[illegible] sa découverte, puisqu'il cite à ce [illegible] *[illegible]mond Lulle*, *Paracelse*, *Isaac le Hollandois* [illegible] *Vanhelmont*; mais il convient qu'on n'en trouve, dans leurs écrits, que des *traces obscures*, & c'est principalement d'après les manuscrits de *Turneisser* & d'autres Alchymistes qui étoient tombés entre ses mains, qu'il porte la connoissance de ce sel à plus de deux siècles. Il est bien certain que c'est sans fondement qu'on en a fait honneur à Boerhaave, qui en parle comme d'une substance déja connue des adeptes, *qui s'en promettoient de merveilleux effets sur les métaux*, & d'ailleurs Schockwitz & *Lemort* avoient décrit avant lui sa préparation d'une manière non équivoque.

En laissant dans l'oubli, comme elle le mérite, l'opinion de quelques enthousiastes qui ont cru pouvoir appliquer au phosphore quelques expressions du second livre des Machabées, il y a moins d'incertitude sur l'époque de sa découverte. Leibnitz, qui en étoit bien instruit, en a donné l'histoire dans les mêlanges de Berlin, de 1710; il y rapporte que le phosphore fut trouvé par *Brandt*, Chymiste allemand, de Hambourg, vers l'an 1667, peu de temps après que Baudoin eut trouvé la propriété phosphorique de la pierre de Boulogne. Brandt fit cette découverte en travaillant sur l'urine humaine, pour en tirer une liqueur propre à convertir l'argent en or, suivant un procedé qu'il avoit lu dans l'ouvrage de quelque adepte. Il fit part de sa découverte à *Kraft* & à *Kunckel*, tous les deux attachés à l'électeur de Saxe, & qui se rendirent à Hambourg pour y voir la préparation du nouveau phosphore. Quelque temps après, Kraft passant par Hanovre, montra ce phénomène à Leibnitz, & de là étant allé en Angleterre, *il ne manqua pas de le communiquer à l'illustre Boyle*. Leibnitz fit venir de Hambourg le premier inventeur par ordre du duc d'Hanovre, & l'ayant fait travailler devant lui, apprit toutes les circonstances de l'opération. Il assure avoir fait connoître le premier ce phosphore en France, par l'échantillon qu'il envoya à Hyghens, qui le fit voir à l'académie royale des sciences, & parce qu'il en communiqua le procédé à Tschirnausen, lorsqu'il retournoit à Paris.

Quoique Leibnitz ne paroisse affirmer dans ce récit que les faits qui étoient de sa connoissance particulière, il a été relevé sur plusieurs circonstances importantes: il est bien vrai que Kraft & Kunckel s'étoient d'abord associés pour faire l'acquisition du secret de Brandt; mais Kraft l'ayant acquis pour lui seul, Kunckel se mit à travailler pour le retrouver, quoiqu'il ne fût autre chose du procédé, sinon que l'on y employoit l'urine, & il y réussit; c'est ce dont on ne peut douter, en lisant ce que Kunckel en a écrit dans son *laboratoire chymique*, & ce que Sthal en dit dans ses *trois cents expériences*, &c. Ce succès n'étant plus cette fois l'effet du hasard, mais le fruit de ses recherches, les Chymistes ont cru devoir lui faire honneur de l'invention de ce phosphore, en le nommant encore aujourd'hui *phosphore de Kunckel*.

On ne croit pas non plus, comme le suppose Leibnitz, que Kraft ait communiqué à *Boyle* le procedé du phosphore: ce célebre physicien le remit sous cachet, en 1680, au secrétaire de la société royale de Londres, & il ne fut ouvert qu'après sa mort, en 1693 (n°. 193 des transactions). Il n'est pas vraisemblable qu'un savant, jouissant de la réputation la mieux établie, eût voulu s'approprier ainsi la découverte d'autrui, s'il ne lui en avoit point coûté de recherches pour s'en mettre en possession; il est plus naturel de penser que Kraft ne fit réellement que lui montrer le produit de l'opération, & lui indiquer peut-être la matière principale. Quoique Kraft ait positivement assuré à Sthal qu'il lui en avoit expliqué tout le procédé, M. Macquer a raison de dire que ce témoignage d'un *brocanteur de secrets* ne mérite pas grande confiance.

Kunckel & un Chymiste allemand, *Godefred Hatwitz*, qui travailloit dans le laboratoire de Boyle, furent long-temps les seuls occupés à préparer en grand le phosphore; c'est parce que ce dernier en fournissoit à tous les physiciens d'Europe qu'il avoit reçu le nom de *phospore d'Angleterre*. Quoique le procédé eût été publié par Kraft, dans le traité des phosphores de l'abbé de Commières, imprimé dans le *mercure galant* du mois de juin 1683, que le journal des savans du mois de mars de la même année eût publié quelques expériences du docteur *Slare* sur cette substance, en annonçant précisément qu'elle étoit tirée de l'urine, qu'*Albinus* en eût indiqué la préparation dans une thèse imprimée à Francfort en 1689, qu'elle eût été décrite dans les mémoires de l'académie de 1692, par *Homberg*, qui l'avoit vu

faire par Kunckel; quoique Kunckel enfin eût publié lui-même son procédé dans son *laboratoire chymique*, il s'en falloit beaucoup que tous les Chymistes fussent en état de répéter l'opération; elle fut faite pour la première fois en France, en 1737, au jardin royal des plantes, en présence de MM. *Hellot*, *Dufay*, *Geoffroi* & *Duhamel*, & sous la direction d'un étranger, qui avoit répondu au Ministre de la faire réussir. (*Mém. de l'Acad. roy. des Sciences*, *ann.* 1737).

Depuis cette epoque même, les progrès des connoissances sur cette partie de la Chymie n'ont pas été plus rapides; il faut l'attribuer sans doute à la nature des opérations, au travail long, difficile, rebutant, qu'elles exigeoient, soit pour l'extraction du sel de l'urine, soit pour la production du phosphore, & au prix excessif qu'il mettoit à ces matières; mais la découverte que MM. *Gahn* & *Schéele* ont faite il y a quelques années de l'*acide phosphorique* dans les os, & de la possibilité d'en retirer le phosphore, paroit avoir levé tous ces obstacles, par la facilité qu'elle donne de se le procurer. Pour réunir ici tout ce qu'il importe de savoir à ce sujet, je donnerai d'abord la manière de retirer le sel phosphorique de l'urine, je rapporterai ensuite l'ancien procédé pour la préparation du phosphore, je passerai de là à celui qui est présentement en usage, je donnerai la manière d'en séparer l'acide pur, j'examinerai sa nature & ses propriétés, j'indiquerai enfin ses principales combinaisons & ses affinités.

§. II. *Du phosphate natif*, *ou sel phosphorique de l'urine.*

L'*acide phosphorique* existe tout formé dans l'urine des animaux, & même en différens états.

Il y existe libre; on peut aisément s'en convaincre, en versant de l'eau de chaux dans l'urine récente; elle se trouble, & il se dépose une poudre blanche pulvérulente qui a trompé ceux qui n'ont examiné, par ce réactif, que les urines des malades qui avoient fait usage des eaux chargées de gas acide méphitique, en leur persuadant que c'étoit l'effet ordinaire de ces eaux; mais il est certain que c'est un vrai sel phosphorique calcaire, je m'en suis assuré par ma propre expérience; elle m'a seulement porté à conclure que l'usage des eaux gaseuses paroissoit rendre la sécrétion de l'*acide phosphorique* libre plus abondante, ce qui peut fournir à la médecine des vues utiles. *Voyez* ACIDE MEPHITIQUE.

M. *Rouelle le jeune* avoit bien observé que dans un certain temps qui précédoit la putréfaction, l'urine altéroit en rouge le syrop de violettes, & M. Macquer avoit éprouvé que l'urine des personnes qui digéroient mal rougissoit l'infusion de tournesol; mais M. *Berthollet* a porté plus loin ces expériences, & s'est assuré que l'urine des personnes qui jouissoient de la meilleure santé, avoit cette propriété, & qu'elle dépendoit d'un *acide phosphorique* non combiné (*Mem. de l'Acad. roy. des Sciences*, *ann.* 1780, *pag.* 10). Ce savant académicien pense que cet acide se sature ensuite de l'alkali volatil qui se forme par la putréfaction & par l'action du feu, ce qui peut être admis sans exclure pour cela une portion saturée d'avance de la même base. Au reste, M. Berthollet remarque très-bien que lorsqu'on verse de l'eau de chaux dans l'urine récente, elle s'empare non-seulement de l'acide non combiné, mais encore de celui qui est uni à une base alkaline, à raison de sa plus grande affinité avec la terre calcaire.

L'*acide phosphorique* se trouve dans l'urine uni à l'alkali volatil; & comme il est facile de le séparer de cette base, en l'exposant seulement à la chaleur, il semble d'abord que l'on n'a pas besoin de chercher un procédé plus simple pour l'obtenir; mais l'urine contient en même-temps, indépendamment de la matière extractive, une telle quantité d'autres principes salins, également fixes; que ce n'est que dans ces derniers temps que l'on a commencé à les distinguer & à voir la possibilité d'établir sur leurs propriétés les moyens de les départir.

Boerhaave est le premier qui ait décrit le procédé pour obtenir le sel phosphorique natif de l'urine (*part.* 2, *proc.* 98): il recommandoit de prendre de l'urine très-récente, de la dernière digestion, d'un homme sain, de la faire évaporer tout de suite à un feu soutenu à deux cents degrés (de Fahrenheit), jusqu'à ce qu'elle fût en consistance de crème de lait, de la passer toute chaude par la chausse, & de la laisser pendant un an dans un lieu frais, en repos, simplement couverte d'un papier ficelé. Le sel, dit-il, se trouve alors rassemblé au fond en une masse solide, demi-transparente, & séparé par ce moyen de la liqueur grasse, épaisse & noire qui le surnageoit. Après avoir lavé ce sel dans plusieurs eaux froides, on le fait dissoudre dans l'eau chaude, & la dissolution filtrée, évaporée jusqu'à pellicule & mise au frais, donne enfin ce sel assez pur.

Vanhelmont a prétendu que le sel de l'urine de l'homme n'étoit pas le même que celui des urines des bêtes de somme; mais la manière dont il en parle annonce que ses connoissances se bornoient à le distinguer des sels minéraux; on ne voit pas même qu'il ait fait aucune expérience pour établir cette différence.

Suivant quelques-uns, le choix de l'urine n'est pas indifférent: *Henckel* veut, ainsi que Boerhaave, que l'on la prenne des personnes saines; d'autres préfèrent celle des enfans; d'autres celle des personnes qui ne boivent que du vin ou de la biere; d'autres enfin exigent que cette urine ait été recueillie dans les mois de mars, avril & mai. Il est très-possible sans doute que les urines soient plus ou moins chargées de sel, suivant la qualité des alimens; il est bien évident que le dérangement des fonctions animales doit à un certain point influer

sur la nature de ces secrétions ; mais pour l'ordinaire, comme le dit très-bien le célèbre *Pott*, il n'est pas besoin d'être si scrupuleux dans le choix, puisque toutes les urines indistinctement donnent une quantité assez considérable de sel.

Les Chymistes ont été long-temps partagés sur la question de savoir s'il étoit plus avantageux d'employer l'urine récente ou putréfiée. Henckel pensoit à cet égard comme Boerhaave ; mais *Haupt* & *Margraff* ont donné la préférence à l'urine qui commençoit à se corrompre ; le dernier étoit dans l'opinion, que tout le sel commun qui existoit dans l'urine se changeoit, dans l'espace de six mois, en sel fusible. Pott, qui critiqua avec raison cette assertion, qui lui opposa sa propre expérience, convenoit cependant que l'urine ainsi traitée *rendoit quelque chose de plus ;* ce qui a été adopté par *Venel*, *Villermoz* & plusieurs autres.

Dans le nombre de ceux qui se sont occupés de cette question, il ne faut pas omettre *Schlosser*, qui entreprit de la résoudre par une expérience comparée avec celle de Margraff (*Diss. de sale urinæ nativo lugd. bat. 1753.* On en trouve la traduction *Journ. phys. tom. XIII*). Ce Chymiste ayant fait évaporer cinquante onces d'urine, jusqu'à ce qu'elle fût réduite à $\frac{17}{358}$ ou $\frac{1}{17}$ de son poids, & l'ayant mis à crystalliser suivant sa méthode, conclut des produits de son opération, que cent vingt pintes d'urine récente devoient fournir six onces six gros de sel d'urine, tandis que la même quantité n'avoit donné à Margraff que trois ou quatre onces du même sel ; il est vrai que Pott fait à ce sujet une réflexion importante, c'est que Margraff n'a tenu compte que des crystaux qui se forment tout de suite, & qui peuvent servir au phosphore, rejettant les autres comme très-inférieurs, tandis que Schlosser a recueilli tous les sels que l'urine peut donner par des évaporations & crystallisations repétées

Margraff avoit déja fort abrégé la durée de l'opération, puisqu'au lieu d'un an, il ne demande qu'un mois de repos pour la séparation des crystaux ; mais Schlosser a été encore plus heureux ; il assure que par sa méthode cette crystallisation s'opère *en une nuit.* Tout dépend, suivant lui, de la manière de conduire le feu pendant l'évaporation. 1°. Il veut que l'on commence par donner un degré de feu modéré, que l'on l'augmente peu-à-peu, afin que les vapeurs qui s'élèvent plus difficilement à mesure que la quantité d'eau diminue, s'exhalent toujours uniformément. 2°. Il recommande d'observer l'écume comme le signe des progrès & de la fin de l'opération : si le feu est bien reglé, il se forme vers les parois du vaisseau une écume légère qui augmente insensiblement & couvre enfin toute la surface de la liqueur, c'est le moment de la filtrer pendant qu'elle est encore chaude ; si le degré de chaleur est trop foible, l'écume ne se montre pas ; ou elle se forme imparfaitement, la liqueur se couvre d'une pellicule, & une partie du sel se précipite sous forme pulvérulente ; si le feu est trop vif, l'écume paroît avant que la liqueur soit assez rapprochée, elle s'épaissit, devient visqueuse, arrête toute évaporation, s'élève au-dessus des bords des vaisseaux, & force le sel à se précipiter.

Les travaux de MM. *Rouelle le jeune* & *Proust* sur cette matière y ont répandu de nouvelles lumières, d'après lesquelles on peut mettre enfin des principes à la place des tâtonnemens.

Le premier de ces Chymistes a très-bien vu que, soit par la putréfaction, soit par l'ébullition, il se dégageoit de l'urine une quantité d'alkali volatil, qui, laissant l'acide sans base, retardoit & diminuoit le produit des crystaux ; mais il a su tirer parti de cette circonstance pour déterminer une séparation plus complette du sel commun qui se trouve dans l'urine ; en conséquence, il conseille de la faire évaporer d'abord jusqu'à consistance de syrop, de la passer toute chaude dans un linge double, en y ajoutant à l'instant même la quantité d'eau nécessaire pour que la liqueur ne crystallise pas. Le peu de sel phosphorique qui reste sur le filtre avec le sel commun & la sélénite est facilement repris par l'eau froide que l'on y verse à plusieurs fois, & que l'on réunit ensuite à la liqueur filtrée. On évapore doucement sur le feu cette liqueur, si on ne la juge pas assez rapprochée, & quand elle est froide, on y ajoute de l'alkali volatil, & on obtient abondamment des crystaux (*Journal de méd. juillet 1776*). Cette addition est toujours accompagnée d'une effervescence plus ou moins forte ; on peut la différer jusqu'après la première crystallisation. M. Rouelle préféroit l'évaporation spontanée à l'air libre ; mais pour cela il choisissoit la saison, parce qu'il avoit observé que les urines mises en évaporation pendant l'été, attiroient tellement l'humidité de l'air pendant l'automne qu'elles passoient quelquefois par-dessus les terrines. Cette évaporation à l'air est le meilleur moyen d'épuiser le sel de l'urine ; cependant on y parvient difficilement, des résidus conservés en ont encore donné à M. Rouelle au bout de quatre ans ; d'où il tiroit la conséquence que la quantité de sel que l'urine pouvoit fournir n'avoit pas encore été bien déterminée, & se trouvoit fort au-dessous de la réalité.

Quelque procédé qu'on ait suivi, le sel phosphorique d'urine de première crystallisation n'est jamais pur : il est sali par la matière extractive, il retient toujours un peu de sel commun ; enfin, il est uni à un sel d'une nature différente, que quelques-uns ont pris pour du vitriol de soude ou sel de Glauber, que M. Rouelle a distingué sous le nom de *sel fusible à base de natrum*, mais qui n'a été bien connu que par les expériences de M. Proust, & qui est formé d'un acide particulier. *Voyez* ACIDE OURETIQUE.

Pour purifier ces premiers crystaux, on les fait dissoudre dans cinq ou six parties d'eau distillée à une douce chaleur, & on filtre la liqueur au pa-

pier ou à la chauffe. « Si on évapore cette liqueur » (dit M. Rouelle) dans une baffine dont une » grande partie refte vuide, foit que la liqueur » bouille ou non, il fe diffipe d'abord non-feulement de l'alkali volatil, comme l'a obfervé » Margraff, mais encore une affez grande quantité » de fel phofphorique; toute la partie de la baffine » qui eft vuide & au-deffus de la liqueur fe couvre » peu-à-peu de petits points blancs, qui fe multiplient tellement, qu'ils forment par-tout une » croute à lames continues. Ces lames s'étendent » même jufques fur les bords du fourneau, lorfque » la baffine fe trouve à fon niveau. C'eft à l'alkali » volatil & à l'eau qui fe diffipent qu'eft due cette » évaporation du fel fufible, puifque l'*acide phofphorique* eft de la dernière fixité au feu. Si on » fait promener la liqueur fur toute cette lame faline, il fe fait une effervefcence affez fenfible, » qui démontre que c'eft du fel fufible qui a perdu » la plus grande partie de fon alkali volatil, & » que celui qui fe dégage continuellement de la » liqueur, lorfqu'on la fait paffer fur cette lame » faline, eft la caufe de l'effervefcence qu'on y » remarque. Cela eft fi vrai, qu'on peut produire » le même effet, en appliquant, avec une paille, » de l'alkali volatil en liqueur fur la croute faline ».

Suivant le même Chymifte, on ne peut guères déterminer le point de l'évaporation, & quoique le phofphate natif ne demande pas beaucoup d'eau pour être tenu en diffolution, on ne doit pas attendre, pour porter au frais la liqueur, qu'elle faffe pellicule.

L'évaporation à l'air libre feroit la plus avantageufe, à caufe de la facilité avec laquelle ce fel fe diffipe.

Lorfqu'on évapore au feu, il eft indifpenfable d'ajouter de l'alkali volatil dans la liqueur; quand elle eft au point de cryftallifation & prefque froide, on la fature encore de cet alkali, même avec un peu d'excès, pour maintenir, autant qu'il eft poffible, le fel dans l'état neutre, fans quoi l'*acide phofphorique* acquiert la confiftance d'un fyrop.

Après avoir obtenu les premiers cryftaux, on évapore de nouveau la liqueur, on la fature encore d'alkali volatil, & on remet à cryftallifer; on continue ces opérations, jufqu'à ce qu'on ait épuifé les fels, & pour les avoir plus purs, on réitère ces diffolutions & cryftallifations.

C'eft par le moyen de ces cryftallifations que l'on parvient à féparer le vrai fel phofphorique ou phofphate ammoniacal, natif de l'urine, d'une autre fubftance faline abfolument différente, qui eft l'acide ourétique uni à la foude. Quoique ce dernier fel ne fe cryftallife qu'après le phofphate & fur lui, il ne feroit pas facile de les recueillir féparément, mais on y parvient de deux autres manières.

La première eft fondée fur la connoiffance de la figure propre des cryftaux de ces fels. L'ourète de foude fe cryftallife en cubes ou parallélipipèdes rectangles allongés. *Voyez* ACIDE OURÉTIQUE. Tous les Chymiftes conviennent que la figure des cryftaux de phofphate natif eft d'une différence facile à faifir, quoiqu'elle n'ait pas encore été déterminée d'une manière bien sûre. Suivant *Linné*, c'eft un tétraèdre. *Hellot* dit que ce fel fe cryftallife en *pyramides;* Pott parle auffi de *pointes allongées;* M. *Brogniart* ayant concentré de l'urine à la gelée, & l'ayant fait enfuite évaporer à une chaleur feulement de trente-deux degrés, obtint un fel *cryftallifé en forme d'octaèdres tronqués.* Il eft aifé de voir que les degrés différens de purification de ce fel ont influé fur ces defcriptions; heureufement M. *de l'Ifle* nous en a donné une faite fur des cryftaux qui lui avoient été remis par M. Rouelle, & qui paroit en conféquence devoir fixer les opinions.

« Ce fel (dit M. de l'Ifle) n'offre que des prifmes » tétraèdres rhomboïdaux, très-comprimés, fouvent tronqués fuivant leur longueur dans les deux » bords aigus, d'où réfultent des prifmes héxagones » à-peu-près comme dans le fel de feignette (tartre » trifule de foude). Il n'eft pas rare de trouver des » fegmens longitudinaux de ces prifmes. La face » qui pofoit fur la capfule eft plus large & plus » liffe que les autres, un peu rhomboïdale & aifée » à reconnoître par deux lignes diagonales qui fe » croifent dans leur milieu ». (*Voyez la planche des cryftaux des fels*).

La *feconde* maniere de féparer ces fels eft encore plus fûre, puifque c'eft la nature, qui ne fe trompe pas, qui en fait, pour ainfi dire, le triage. Le phofphate ammoniacal eft un fel qui n'éprouve aucun changement à l'air, au lieu que l'ourète de foude tombe en efflorefcence: il fuffit donc de laiffer ces fels expofés à l'air pendant un certain temps, & après cela il eft facile de diftinguer le fel qui a confervé fa forme cryftalline de celui qui eft réduit en pouffière.

Tant de manipulations fur des matières fi infectes pour recueillir fi peu de produit, étoient bien faites pour rendre ce fel cher & même rare, & on n'eft plus étonné que peu de Chymiftes aient eu le courage de le traiter en grand. Mais on verra dans le paragraphe fuivant un procedé pour former ce même fel, en traitant les os des animaux, & pour l'obtenir tout de fuite bien plus net qu'il ne peut l'être après tout le travail que je viens d'indiquer fur l'urine, qui eft cependant encore aujourd'hui, autant que je puis le favoir, la feule méthode en ufage.

Lorfqu'on a du phofphate natif de l'urine ou fel fufible bien pur, on en chaffe facilement la bafe volatile par l'action de la chaleur. « Lorfque le » fel fufible eft privé de tout autre fel neutre (dit » encore M. Rouelle), fi on met la liqueur dans » un creufet de porcelaine, ou dans tout autre » vaiffeau propre à l'évaporation, qu'on place à feu » nud, ou au bain de fable; fi on deffèche la liqueur avec précaution, & qu'on donne fur la » fin un feu fuffifant pour fondre l'*acide phofphorique*,

» on l'obtient d'une transparence aussi parfaite que » celle du plus beau crystal ».

Voilà donc déja un procédé pour obtenir l'*acide phosphorique*, c'est celui que quelques Chymistes appellent *acide base du sel natif*: mais cette substance réduite en état de verre par le feu mérite-t-elle véritablement le nom d'acide ? Est-ce du moins un acide bien pur ? Ces questions auroient peu d'intérêt, s'il ne s'agissoit que du choix du procédé pour se procurer de l'*acide phosphorique*, puisqu'il est certain qu'il y en a aujourd'hui de plus avantageux ; mais elles sont liées à la connoissance des propriétés de cet acide, elles touchent à un point de théorie important, c'en est assez pour ne pas en négliger l'examen.

1°. Il ne faut pas perdre de vue que l'*acide phosphorique* natif non saturé par une base, ou qui a été privé de la base ammoniacale par la chaleur de l'évaporation, conserve toutes les propriétés acides tant qu'il n'est pas réduit en état de verre ; on en a la preuve dans les observations de M. Berthollet sur l'altération du papier bleu dans l'urine récente, sur la précipitation de phosphate calcaire que l'eau de chaux y occasionne, & dans les observations que nous devons à M. Rouelle de l'effervescence que cet acide fait avec l'alkali volatil que l'on ajoute à l'urine pendant son évaporation.

2°. Lorsque l'acide du sel natif est à l'état de verre, il n'a plus ni la solubilité, ni la saveur des acides ; &, suivant la remarque de M. Proust, il paroît déroger à la loi générale & constante qu'un être simple & jouissant de toute sa puissance d'affinité, doit avoir aussi la saveur pour signe de cette puissance.

M. Bergman, dans sa dissertation sur le chalumeau (*tom. 2 de ses Opuscules, trad. franç. p. 464*), regarde le phosphate natif comme un sel à trois parties ; savoir, l'*acide phosphorique*, la soude & l'alkali volatil : il y ajoute une matière grasse gélatineuse ; mais comme elle se dissipe par l'action du feu, on ne doit pas en faire état dans l'examen du verre qui reste fixe. Dans cette hypothèse, ce verre est donc de l'*acide phosphorique* qui a perdu sa base volatile, qui n'est plus saturé qu'imparfaitement par l'alkali minéral, & c'est à cause de cet excès d'acide (dit cet illustre Chymiste) qu'il attire facilement l'humidité de l'air.

M. Proust, à qui nous devons la connoissance de cette substance particulière qui se trouve toujours dans l'urine, qui est tout-à-fait étrangère au phosphore, que M. Bergman appelle *acide du sel perlé*, & que j'ai cru devoir nommer *acide ourétique*, est dans l'opinion que c'est cette substance qui *sature* l'*acide phosphorique* dans le verre insoluble du sel natif, & M. Bergman paroît adopter cette hypothèse dans la nouvelle édition de sa dissertation sur les affinités. (*Tom. 3 de ses Opuscules*, §. 33).

J'avoue que je ne puis comprendre comment un acide sature un acide, comment il ne le sature que dans l'état de siccité, tandis que dans l'état de fluide aqueux il le laisse jouir de toutes les propriétés d'un acide libre. Il est bien vrai que M. Proust ne donne pas à cette substance le nom d'acide, & qu'il fait remarquer qu'elle verdit le syrop de violettes ; mais il convient, ou pour mieux dire, il établit qu'elle fait fonction d'acide, qu'elle agit sur les alkalis comme les acides : en adoptant la comparaison qu'il propose de cette substance avec l'acide boracin concret ou sel sédatif, on pourra imaginer qu'elle passe facilement elle-même à l'état de verre ; que se trouvant en quantité, elle recouvre & défend l'*acide phosphorique* moins abondant du contact de toute matière qui peut agir sur lui par la voie humide ; on pourra supposer encore que l'*acide phosphorique* sera en partie saturé de la soude que porte toujours avec lui l'acide ourétique, & que ce dernier, comme plus foible, aura été obligé de lui céder, ou peut-être de partager avec lui pendant la vitrification ; mais quelque probabilité que cette comparaison, ces suppositions donnent au système de M. Proust, il tombe nécessairement, si l'*acide phosphorique* pur, exempt de toute substance ourétique, isolé de toute base, se trouve perdre aussi, du moins à un certain point, les caractères acides, lorsqu'il est poussé à l'état de verre, & l'on sera forcé d'avouer que les deux effets dépendent d'une même cause qui n'a pas encore été indiquée. Rappellons donc ce que j'ai déja eu plus d'une fois occasion de répéter, que c'est précisément quand les phénomènes contrarient nos analogies, qu'ils nous mènent plus sûrement à de nouvelles vérités : commençons par circonscrire les faits, & nous en examinerons ensuite les conséquences.

L'acide que l'on retire du phosphore est le plus pur, de l'aveu de tous les Chymistes. C'est celui que M. Proust nomme *acide phosphorique par excellence* ; nous verrons dans la suite de cet article comment on l'obtient libre.

Quelques auteurs ont écrit que le verre formé de cet acide conservoit toute sa saveur & sa solubilité ; c'est ce qu'assure particuliérement M. Proust dans le mémoire cité, où il dit que cet acide en liqueur *concentré à la cornue, jusqu'à lui faire prendre la consistance vitreuse, attire fortement l'humidité, s'échauffe avec l'eau, rougit la couleur bleue des végétaux, &c.* Les expériences que j'ai faites me portent à croire qu'on ne conserve ces propriétés à l'*acide phosphorique*, que lorsqu'on ne le pousse qu'à un certain degré de vitrification, qu'à ce degré qui mériteroit plutôt le nom de *magma sec* que de verre, qui est en effet le seul qu'on puisse obtenir dans une *cornue* de verre ; & dans ce cas, l'*acide base du sel natif*, quoique sûrement mêlé à l'acide ourétique, attire aussi l'humidité de l'air ; M. Bergman l'a observé même sur le globule de phosphate natif, auquel il avoit donné l'apparence vitreuse au feu du chalumeau.

J'ai pris de l'*acide phosphorique* très-pur, retiré du phosphore par combustion lente ; je l'ai fait dessé-

cher par une évaporation douce ; je l'ai mis pour lors dans un creuset de Hesse au fourneau de fusion, ayant eu la précaution de renverser dessus un autre creuset, pour qu'il ne pût s'y introduire aucune matière étrangère, j'ai obtenu un beau verre transparent. Ce verre, abandonné plusieurs mois à l'air, ne s'est pas résous en liqueur, n'a pas même attiré sensiblement l'humidité. Ayant fait bouillir dessus de l'eau distillée, elle a rougi très-foiblement le papier bleu ; cette première eau décantée, celle que j'ai remise dessus le même verre acide n'a plus altéré le tournesol, & il n'y a eu aucune dissolution, quoique j'aie fait bouillir plusieurs heures de suite ce verre en grande eau.

Voilà donc un *acide phosphorique* vitriforme, dont les propriétés acides ont presque totalement disparu, sans que l'on puisse dire qu'elles sont ici masquées par la substance découverte par M. Proust, sans qu'on puisse supposer aucune saturation. Ce verre peut cependant revenir à l'état d'acide. Il suffit, pour cela, de le faire passer par l'état de phosphore ou de soufre phosphorique, en le combinant avec le phlogistique, & de laisser ensuite brûler ce phosphore ; le résidu de la combustion sera l'acide régénéré. Que l'on demande maintenant aux Chymistes quel est le principe qui s'y réunit dans l'acte de cette combustion vive ou lente ; ils répondront sans doute que c'est l'air vital : n'est-ce pas avouer qu'il n'est acide que quand il est uni à ce principe ? Et pourquoi ne conclurions nous pas ici réciproquement que c'est l'absence de ce principe qui laisse le verre phosphorique dans un état d'inertie qui semble exclure la qualité acide ?

Jusqu'aprésent nous avons vu les radicaux des acides passer successivement & à notre volonté de la combinaison phlogistique à la combinaison acidifiée & réciproquement ; mais nous n'avons vu ces radicaux que des yeux de l'esprit ; il ne nous a pas été donné de les tenir purs & isolés, il nous étoit plus facile de les détruire, que de les saisir dans ce passage ; de là s'est formé un préjugé qui nous a empêché de reconnoître ceux qui s'offroient à nous dans cette simplicité. Telle est, si je ne me trompe, la vraie explication des différens caractères que présente l'*acide phosphorique* dans sa dissolution aqueuse & dans l'état de verre. Il y a des bases acidifiables que la moindre chaleur décompose ; il y en a qui résistent au feu le plus violent, ou qui ne cèdent à son action que pour s'évaporer en état d'acides complets ; l'*acide phosphorique* nous donne un exemple d'une espèce nouvelle qui, soit à cause de son étonnante fixité, soit à raison d'une moindre adhérence à l'air vital, le laisse aller & n'éprouve d'autre changement de la plus grande intensité du feu, si ce n'est peut-être de demeurer unie à une certaine quantité de matière de la chaleur.

Cela posé, l'insolubilité de l'acide retiré du sel d'urine, lorsqu'il a été poussé à l'état de verre, n'est pas par elle-même une preuve de l'impureté de cet acide, ni qu'il soit uni à quelqu'autre substance ; & d'après les observations univoques des systêmes de crystallisation différens qu'affectent l'ourète de soude & le phosphate ammoniacal, on peut admettre la possibilité de séparer assez complettement ces sels ; mais j'ai déja annoncé que le procédé du phosphore étoit encore plus avantageux pour obtenir notre acide, il est temps de le décrire.

§. III. *Procédé pour retirer le phosphore de l'urine.*

C'est à M. *Margraff* que l'on a l'obligation d'avoir assuré la réussite de cette opération laborieuse ; quoiqu'elle eût été faite en France avec succès dès l'année 1737, & que M. *Hellot* en eût décrit, dans le plus grand détail, toute la préparation, M. Macquer nous apprend qu'elle manqua encore, par le défaut de la cornue, la première fois que M. *Rouelle* l'aîné voulut la répéter dans ses cours. M. Rouelle fut plus heureux dans la suite ; mais M. Margraff ayant publié en 1743 une méthode nouvelle & plus facile, tous les Chymistes l'ont adoptée & suivie, jusqu'à ce qu'on ait pensé à tirer le phosphore d'autres matières : voici son procédé.

On commence par réduire l'urine en extrait qui ait la consistance du miel. M. *Baumé* a observé qu'il étoit indifférent qu'elle fût putréfiée ou récente ; il en faut près de trois muids pour une once de phosphore. On jette quelques onces de suif dans la chaudière pour arrêter le gonflement que la chaleur occasionne pendant l'évaporation.

On prépare ensuite du muriate de plomb ou plomb corné, en traitant à la distillation un mêlange de quatre livres de minium avec deux livres de sel ammoniac pulvérisé ; il passe dans le récipient de l'alkali volatil caustique, l'acide muriatique s'unit au plomb & reste avec lui dans la cornue, sous la forme d'une masse brunâtre peu soluble.

On mêlange peu-à-peu, dans une chaudière sur le feu, ce muriate de plomb avec neuf ou dix livres d'extrait d'urine.

On ajoute à ce mêlange une demi-livre de poussière de charbon, & on remue, jusqu'à ce que le tout soit réduit en une poudre noire ; les vaisseaux doivent être placés sous une grande hotte de cheminée & fort élevés, pour éviter, autant qu'il est possible, l'odeur abominable qu'exhale cette préparation.

On met cette poudre ainsi desséchée dans une cornue, pour en tirer, par une chaleur graduée & médiocre, tous les produits volatils de l'urine, c'est-à-dire l'alkali volatil, l'huile fétide & une matière ammoniacale qui s'attache au col de la cornue ; il reste une masse noire très-friable, qui contient le phosphore ou plutôt les matières nécessaires pour le produire. On peut en faire l'essai, en en jettant un peu sur les charbons ardens ; elle répand une odeur d'ail, & donne une flamme bleue avec ondulations.

Il faut une chaleur beaucoup plus forte pour la distillation de ce résidu ; on en remplit en conséquence

quence jusqu'aux trois quarts une cornue de grais capable de résister au plus grand feu, on se sert d'un fourneau de réverbère à chape, c'est-à-dire, qui a une ouverture dans la partie du dôme pour pouvoir jetter les charbons par le haut; on lutte exactement à la cornue, ou à l'allonge, si le col n'est pas assez long, un ballon à moitié rempli d'eau & percé d'un trou dans le dessus, & on élève, entre le récipient & le fourneau, un mur de briques, pour empêcher que la chaleur ne se communique; une planche couverte de terre grasse détrempée du côté du fourneau remplit le même objet avec moins d'embarras.

Tout étant ainsi disposé, on échauffe la cornue par degrés, on la pousse au rouge, le phosphore commence à passer en vapeurs lumineuses, elles remplissent le ballon, & s'élancent par le trou que l'on y a pratiqué, & que l'on est obligé de déboucher d'instant en instant. Ces dards de flamme, quoique très-lumineux dans l'obscurité, ne brûlent point; ils enveloppent la main qui leur donne issue, sans occasionner la moindre douleur, à moins que le feu n'ait été poussé avec trop de violence. On peut s'épargner la peine de déboucher & reboucher sans cesse le trou du ballon, en y introduisant le bout d'un siphon recourbé, bien luté tout autour, & dont l'autre extrêmité plonge dans une cuvette pleine d'eau : cette pratique a cela d'avantageux, que non-seulement le fluide gaseux n'est jamais assez comprimé pour refouler dans la cornue, ce qui est capable de briser les vaisseaux, ou du moins de forcer les luts; mais encore qu'on n'a pas à craindre que l'air extérieur entre dans le ballon, ce qui détermineroit la combustion d'une portion du phosphore à la surface de l'eau.

En soutenant le feu par des charbons allumés d'avance à la forge ou dans un autre fourneau, & que l'on introduit par la chape, on voit le phosphore couler en gouttes, qui se figent dans l'eau du ballon; on continue l'opération jusqu'à ce qu'il ne distille plus rien; elle dure sept à huit heures.

Deux choses méritent sur-tout ici une attention particulière, la qualité de la cornue, & la solidité des luts qui forment les jointures. Il est rare que les cornues de terre cuite qui se trouvent dans le commerce résistent au grand feu qu'exige cette opération; elles contiennent souvent des grains pierreux, il n'en faut pas davantage pour les faire éclater ou même couler en verre, si ces pierres sont calcaires : d'ailleurs elles ont été faites sur le tour, & ne peuvent entrer en comparaison avec celles que l'on fait faire sous ses yeux dans des moules, avec de la bonne terre bien préparée, & qui sont plus compactes. J'ai éprouvé plusieurs fois que ces dernières pouvoient servir jusqu'à deux & trois fois à l'opération du phosphore.

On emploie le lut gras assujetti avec des bandes de linge couvertes de chaux détrempée dans du blanc d'œuf.

Si la cornue vient à se fendre, ou les luts à se désunir, on s'en apperçoit bientôt à l'odeur d'ail, & même à la couleur des petits dards de flamme qui s'échappent. Il n'y a pas d'autre remède que d'arrêter le feu le plus vîte qu'il est possible pour ne pas perdre la matière.

Nous verrons dans la suite la manière de purifier le phosphore qui se trouve dans le récipient après cette distillation.

Le procédé qui vient d'être décrit est celui qui a été généralement adopté tant qu'on a été réduit à chercher la matière du phosphore dans l'urine; les Académiciens de Dijon l'ont pratiqué avec succès dans leur premier cours public de Chymie en 1776; mais l'odeur infecte qui se répandit lors du mélange du muriate de plomb avec l'extrait d'urine, excita tant de plaintes dans le voisinage, qu'ils auroient été forcés de renoncer à cette expérience, si on n'eût publié la même année la découverte de l'*acide phosphorique* dans d'autres matières.

Avant que d'exposer la nouvelle méthode, je dois présenter encore quelques réflexions sur l'ancienne.

M. Margraff vouloit qu'on divisât la matière dans plusieurs cornues, pour qu'il y eût moins de risques de la perdre toute par un seul accident; on a regardé cette précaution comme inutile, & même embarrassante par la disposition particulière qu'elle exigeoit dans les fourneaux.

C'est le même Chymiste qui a imaginé de partager en deux temps la distillation qui se faisoit auparavant en une seule fois, & par-là l'opération est devenue plus simple & moins laborieuse.

C'est encore à son imitation que l'on a ajouté au mélange du muriate de plomb, & l'usage s'en est continué, comme le dit M. Macquer, sans qu'il fût bien décidé que l'addition de ce sel étoit avantageuse, mais seulement parce qu'il paroissoit plus sûr de suivre de point en point un procédé qui avoit réussi. Il est présentement bien démontré que ce sel n'est nullement nécessaire à la composition du phosphore, on l'obtient directement, & avec une égale facilité, en traitant tout simplement à la cornue deux parties de phosphate natif poussé à l'état de verre, avec une partie de charbon, & en moins de demi-heure, on voit monter le phosphore; ce qui a fait dire à quelques Chymistes que cette méthode étoit la plus avantageuse; ils ont raison, s'il ne s'agit que de faire une démonstration; mais s'ils la recommandent sérieusement pour obtenir le phosphore en certaine quantité, ils prouvent seulement qu'ils n'ont jamais jugé par eux-mêmes du travail long, pénible & rebutant qu'exige la séparation du phosphate natif de l'urine.

Le muriate de plomb, s'il est utile, ne peut donc servir qu'à disposer les matières, qui préexistent dans le mélange, à former la combinaison phosphorique, en les mettant plus à nu, prévenant leur dissipation, favorisant le contact par une plus grande fluidité, & contribuant ainsi à augmenter réellement le produit de l'opération. On conçoit, par exemple,

que dans la première distillation de M. Margraff, la base métallique de ce sel rencontrant du phlogistique en abondance doit se revivifier; que son acide devenu libre s'empare de l'alkali volatil, & se sublime en état de sel ammoniac; qu'une autre partie se porte sur la soude, qui neutralise une portion des acides de l'urine, & forme avec elle une espèce de flux vitreux qui relâche réellement l'adhérence du verre phosphorique avec le verre curétique, qui ne peut en effet que nuire à l'opération. Mais il y a tant de manières de produire les circonstances qui favorisent l'union de deux substances, que l'on ne peut former à ce sujet que des conjectures vagues, jusqu'à ce qu'on ait fait des expériences pour déterminer celles qui se rencontrent dans le cas particulier. Le célèbre Black est le seul de ma connoissance qui se soit occupé de cette question: on voit dans les nouvelles découvertes en Chymie de M. Crell, que le savant professeur d'Edimbourg s'étant assuré que le sel formé de l'*acide phosphorique* uni à la soude n'étoit pas décomposé par le charbon à l'aide de la chaleur, avoit essayé de faire réussir cette décomposition par l'addition du muriate de plomb, & qu'il en avoit en effet obtenu du phosphore: si cela est, il n'y a plus à douter que ce ne soit de cette manière que ce sel muriatique peut être avantageux dans le procédé de M. Margraff. (*Neuest. entdeckung. part. X, pag. 141.*)

§. IV. *Procédé pour retirer le phosphore des os.*

Quoique la découverte de l'*acide phosphorique* dans les os soit encore très-récente, le premier auteur n'en est pas certainement connu, puisque M. Macquer pense que MM. Gahn & Schéele y ont un droit égal: comme ces deux grands Chymistes ne peuvent être soupçonnés de n'en avoir pas senti toute l'importance, l'incertitude où ils nous laissent prouve bien qu'ils sont plus occupés d'acquérir de nouvelles vérités, que de s'en approprier l'honneur.

Le savant M. Crell rapporte qu'ayant lu dans la troisième partie des mémoires de la société de médecine d'Edimbourg (dont la traduction allemande a été imprimée à Altemberg en 1776), un article de M. *Gahn*, de Stockolm, qui annonçoit que l'on pouvoit retirer le phosphore des os des animaux, & particuliérement de la corne de cerf, il fit toutes les recherches possibles pour découvrir une instruction plus détaillée sur ce sujet, & qu'il ne put trouver autre chose que ce que M. *Schéele* en avoit dit dans son *Examen du spat fluor*, inséré dans les mémoires de l'Académie de Stockolm pour 1771, *que l'on avoit nouvellement découvert que la terre des os & des cornes étoit une terre calcaire saturée d'acide phosphorique.*

En comparant ces dates, on ne peut refuser à M. Schéele l'avantage d'avoir le premier annoncé le fait principal; mais j'ai cru devoir consulter à ce sujet les notes de l'illustre Bergman sur la Chymie de Scheffer, comme étant plus à portée de connoître les progrès de la découverte, & j'y ai en effet trouvé ce qui me paroît devoir à cet égard fixer les opinions.

M. Bergman dit, dans sa note sur le paragraphe 173, que M. Gahn a prouvé en 1769, *par analyse & par synthèse*, que la terre que laissoient après leur calcination les os, les cornes de la tête & des pieds des quadrupèdes & autres animaux, de même que la peau crustacée des insectes, étoit de la *terre calcaire unie à l'acide de l'urine.*

Mais voici ce qu'ajoute le même auteur, au §. 206 du même ouvrage, après avoir parlé du phosphore de l'urine, suivant le procédé de Margraff: « M. » Schéele a obtenu le même résultat, en faisant » dissoudre dans l'acide nitreux de la corne de » cerf calcinée, précipitant cette dissolution par » l'acide vitriolique, distillant la liqueur filtrée, » jusqu'à ce qu'il ne restât plus que l'*acide phospho-* » *rique*, redissolvant ensuite cet acide dans un peu » d'eau chaude, le filtrant à froid, l'évaporant en » consistance de syrop, & le distillant enfin à la » manière ordinaire, mêlé avec la poussière de » charbon ».

On ne sera plus étonné, après cela, que M. Schéele ait parlé en 1771 de l'*acide phosphorique* des os, comme d'une découverte qui ne lui appartenoit pas; mais en même-temps on n'hésitera pas de le regarder comme l'inventeur du procédé pour en retirer le phosphore.

Ce procédé fut annoncé en France, au mois d'octobre 1775, par la gazette salutaire de Bouillon, & elle nomma MM. Gahn & Schéele: le journal de physique, de février 1777, donna aussi une notice de cette opération; & quoiqu'il n'y soit pas fait mention de la première dissolution par l'acide nitreux, on ne parle plus que de M. Schéele.

Ce fut d'après cette notice très-abrégée, que les Académiciens de Dijon entreprirent cette nouvelle préparation du phosphore dans leur cours public de 1777, & l'opération réussit parfaitement; en voici le détail.

On fit calciner au blanc des os de bœuf, de veau, de mouton, &c., en les stratifiant dans un fourneau sur les charbons; quarante-une livres d'os secs donnèrent à-peu-près vingt-quatre livres d'os calcinés.

Ces os ayant été pulvérisés dans un mortier de fer, & passés au tamis de crin, on en prit la quantité de douze livres; on versa dessus de l'acide vitriolique concentré du commerce, jusqu'à ce qu'il ne fit plus d'effervescence, & même qu'il y eût un peu d'excès; on agita le mélange; on ajouta un peu d'eau pour favoriser l'action de l'acide, & on fit chauffer pendant trois heures, dans un grand matras au feu de sable.

La matière étendue de beaucoup d'eau fut ensuite jettée sur un filtre de papier, le résidu de filtration fut arrosé d'eau chaude à plusieurs reprises,

& toutes ces eaux réunies à la première liqueur qui avoit passé par le filtre, furent mises à évaporer au feu de sable dans de grandes terrines de grai, & sur la fin, dans des capsules de verre ou de porcelaine.

A mesure que la liqueur se concentra, il se déposa au fond des vaisseaux une belle sélénite soyeuse, qui fut séparée par la filtration & arrosée de nouvelle eau pour n'y point laisser d'*acide phosphorique*.

L'évaporation ayant été poussée au point de donner des vapeurs acides, il se forma, sur les parois des capsules, des espèces de ruban de matière blanche, qui contenoient plus d'*acide phosphorique* que de sélénite, puisqu'après avoir été égouttés sur le papier gris, ils laissoient sur les charbons ardens un verre très-fixe.

On continua l'évaporation jusqu'à siccité dans des capsules de verre; on mit alors le résidu dans un creuset que l'on tint au fourneau de fusion jusqu'à ce qu'il ne fournit plus de vapeurs sulfureuses; on coula la matière sur un têt chauffé, elle pesoit deux livres neuf onces, non compris ce qui étoit resté adhérent au creuset.

Cette masse vitreuse ayant été bien pulvérisée, mêlée avec le tiers de son poids de poussière de charbon, & distillée dans une bonne cornue de grai avec les précautions ordinaires, donna six onces sept gros de très-beau phosphore.

Cette méthode de faire le phosphore ayant été généralement adoptée comme la plus facile, la plus économique, étant présentement la seule en usage, il ne sera pas inutile de réunir ici quelques observations qui peuvent en éclaircir la théorie & peut-être fournir des vues pour en simplifier encore le procédé.

I. Les Chymistes ne sont point d'accord sur l'*espèce des os* qui convient le mieux. Nous avons vu que M. Schéele employoit la *corne de cerf;* M. Rouelle la regardoit aussi comme plus riche en *acide phosphorique* que les os; l'*ivoire*, les *yeux d'écrevisses*, la *nacre de perle* éprouvés par ce Chymiste ne lui en ont point donné, ou du moins pas en qualité sensible; ce qu'il est difficile de croire par rapport à l'ivoire, qui tient bien sûrement cet acide, comme on le verra à l'article TERRE. M. Crell a retiré le phosphore des *os humains*, & le produit a été bien plus considérable que celui que M. Rouelle a obtenu de la corne de cerf, puisque de quatre onces d'os humains le premier a eu un peu plus d'une once de *verre transparent*, & que une livre de corne de cerf *calcinée* n'a fourni à M. Rouelle que deux onces un gros d'acide *en consistance visqueuse*. Les Académiciens de Dijon ayant employé indistinctement des os de bœuf, de veau, de mouton, eurent en acide concret environ $\frac{1}{7}$ du poids des os *calcinés*. S'il est vrai, comme le dit M. Proust, d'après Stahl & les métallurgistes, que les *os de porc* sont rejettés de la composition des coupelles, comme trop fusibles, on peut en conclure qu'ils ne tiennent pas les mêmes principes, ou du moins en même quantité; mais avant l'expérience, on n'en peut rien conclure contre l'usage de ces os dans l'opération du phosphore. M. Nicolas assure avoir éprouvé que les *os de mouton*, qu'il étoit si facile de se procurer, étoient abondamment pourvus d'*acide phosphorique*. Il est très-possible, comme le remarque le même Chymiste, que les os des jeunes animaux n'en donnent pas autant que ceux des animaux faits; mais on sent que la résolution de ces questions ne peut-être appuyée que sur des expériences comparées, & qu'au fond elles intéressent plus l'analyse animale que l'opération du phosphore.

II. Les uns veulent que les os soient d'abord *calcinés au blanc*; M. Crell remarque que la précipitation de la terre par l'acide vitriolique se fait ensuite plus promptement, plus complettement. M. Berniard assure qu'on obtient plus d'*acide phosphorique;* M. Nicolas prétend, au contraire, que cette calcination doit être modérée, parce qu'autrement l'*acide phosphorique* passant à l'état de phosphore, se dissipe par la combustion: cette décomposition de la terre osseuse me paroît exiger des preuves plus directes; celle que l'auteur ajoute, de la flamme qui fit croire à un de ses élèves que le feu avoit pris à sa cheminée, ne fera probablement pas plus d'impression; si la terre osseuse, exposée simplement à l'action du feu avec le contact des charbons, pouvoit donner réellement une assez grande quantité de phosphore, pour que sa combustion ressemblât à un feu de suie, il seroit bien étonnant que l'on n'eût pas apperçu quelquefois le même phénomène, tandis que l'on expose tous les jours des coupelles au plus grand feu & en contact immédiat avec des matières phlogistiques. Mais quoiqu'il y ait peu de sujet de craindre la dissipation de l'acide, il n'y a pas non plus de nécessité de porter la calcination au degré d'incandescence, puisque M. Mesaize a fait voir qu'on pouvoit dégager l'*acide phosphorique*, même du résidu charbonneux de la distillation de la corne de cerf (*Journ. phys. tom. XV*, *pag. 447*); il suffit de détruire la matière grasse, qui ne serviroit qu'à ralentir & colorer la dissolution, & consommer en pure perte une portion des acides vitriolique & nitreux que l'on doit employer à cette opération, en les faisant passer à l'état de gas sulphureux ou nitreux. J'ai vu pousser la calcination des os jusqu'à les vitrifier à la surface sans qu'il y eût odeur sensible; il est vrai qu'après une calcination moins vive, un os un peu gros se fit remarquer par une flamme approchant de la flamme phosphorique qui engagea à le porter dans l'obscurité, où il se montra effectivement très-lumineux; mais on reconnut que c'étoit un os de veau, & je ne serois pas éloigné de penser que les os des jeunes animaux peuvent contenir peut-être moins d'acide en état de sel & plus d'acide libre.

III. On a vu que la *dissolution de la matière osseuse* pouvoit se faire directement par l'acide vitriolique sans employer l'acide nitreux : M. Nicolas suit en cela le procedé des Académiciens de Dijon ; mais MM. Crell & Rouelle emploient d'abord l'acide nitreux, à l'exemple de M. Schéele, & ne se servent de l'acide vitriolique que pour précipiter la terre calcaire. Il faut avouer que si c'est une dépense de plus, cette pratique offre en compensation de grands avantages : le nitre calcaire étant plus soluble que la sélénite, on n'a pas à craindre que le sel qui se forme arrête l'action du dissolvant ; & comme on n'a plus à ajouter l'acide vitriolique que pour décomposer un sel en liqueur, on est bien sûr de n'en pas excéder la mesure, ce qui est un des articles les plus importans, attendu que cet acide retient en dissolution de la sélénite, & que tous les Chymistes s'accordent à dire, que plus il reste de sélénite dans la liqueur, & moins on obtient de phosphore.

IV. C'est encore une très-bonne pratique d'*éprouver la liqueur* lorsqu'elle a été filtrée & réduite, ainsi que le conseille M. Rouelle, en y versant successivement quelques gouttes d'acide vitriolique & de dissolution nitreuse de terre des os. Le premier trouble la liqueur s'il y a encore du nitre calcaire non décomposé ; la seconde sert à faire reconnoître s'il y a excès d'acide vitriolique. On a remarqué que la dissolution nitreuse des os rougissoit le syrop de violette, tandis que le nitre calcaire le verdit : on ne sera plus étonné de cette différence, quand on fera attention que l'acide nitreux, en s'emparant de la base calcaire des os, rend libre l'*acide phosphorique*, & qu'il reste dans la liqueur.

V. Les Chymistes qui suivent exactement le procédé de M. Schéele, c'est-à-dire qui font d'abord dissoudre les os dans l'acide nitreux, mettent la liqueur dans une cornue pour *distiller cet acide*, lorsqu'elle a été précipitée par l'acide vitriolique. M. Crell remarque, à cette occasion, que quand les os ont été calcinés, la matière se boursouffle beaucoup moins, que la cornue & le récipient se remplissent tout de suite de vapeurs rouges, & que le résidu est moins chargé de noir. Sur la fin de cette distillation, la cornue est agitée de soubresauts que M. Rouelle attribue à la réaction de l'*acide phosphorique* sur la terre de la sélénite dont l'acide vitriolique est en même-temps dégagé.

VI. En poussant la *distillation jusqu'à ce qu'il ne passe plus rien*, on obtient l'*acide phosphorique* sous la forme d'une belle masse solide, vitreuse, demi-transparente, grasse au toucher, un peu déliquescente, entourée d'une croûte séléniteuse blanche. Ce résultat, que M. Champy fit voir en 1777 aux cours de l'Académie de Dijon, me paroit l'état le plus avantageux pour la préparation du phosphore, en pulvérisant cette masse tout de suite, & la mêlant à la poussière de charbon avant toute déliquescence. En effet, il est évident qu'à ce degré de chaleur l'acide vitriolique surabondant se dégage, que la sélénite se précipite & se sépare avant que l'*acide phosphorique* commence à l'attaquer par la voie sèche ; enfin, que cet acide est au point le plus convenable de pureté & de siccité pour favoriser la combinaison phlogistique.

VII. M. Margraff a observé que l'*acide phosphorique* est *insoluble dans l'esprit-de-vin* ; cette observation a été confirmée par M. Wenzel, & M. Rouelle a cru que l'on pouvoit tirer parti de cette propriété pour purifier l'*acide phosphorique* ; il veut en conséquence qu'on casse en morceaux le résidu vitreux entre deux papiers, qu'on le réduise en bouillie par l'addition d'un peu d'eau ; que quand le mélange s'est éclairci, on décante pour séparer les portions de croûte terreuse, & que l'on verse sur la liqueur environ douze parties d'esprit-de-vin. « Au bout de vingt-quatre heures on trouve (dit » il) l'*acide phosphorique* précipité en consistance » de résine de jalap nouvellement préparée, & si » on le met dans un creuset, qu'on le chauffe » d'abord doucement pour dissiper l'humidité & » un peu d'acide vitriolique qui se dégage encore » *d'un reste de sélénite*, qu'on le fasse ensuite rougir » promptement, on obtient un verre transparent » comme du crystal ». Je ne sais si ce célèbre Chymiste s'est bien rendu compte de ce qui se passoit dans cette opération. Il est certain que l'esprit-de-vin ne dissout pas plus la sélénite que l'*acide phosphorique*, qu'il n'attaque pas non plus le sel ourétique : tout l'effet de cette purification dispendieuse se borne donc à enlever l'acide vitriolique libre qui s'y trouve ; & comme il se volatilise à un certain degré de chaleur, ce n'est sûrement pas lui qui nuit ni à la beauté du verre, ni à la combinaison du phosphore.

VIII. Lorsqu'on n'a point d'autre objet que de préparer l'acide pour le phosphore, on peut, comme je l'ai dit, se dispenser de le pousser à la *vitrification au creuset*, puisque le mélange avec le charbon achève de rendre la matière assez sèche pour être bien pulvérisée ; mais il importe de connoître les changemens qu'elle éprouve à ce degré de feu. Plusieurs ont pensé que l'*acide phosphorique* y devenoit plus pur, c'est une erreur à laquelle ils ont été conduits par la belle transparence qu'il y acquiert ; mais elle prouve seulement que le verre phosphorique, quand il est en certaine proportion, détruit la couleur laiteuse du verre ourétique, & même du phosphate calcaire ; on ne peut douter en effet que ces substances n'y demeurent, puisqu'elles sont aussi fixes que lui. Ce dernier degré de vitrification ne sert donc qu'à décomposer encore une portion de sélénite dont la base terreuse reste pour lors en état de combinaison avec l'*acide phosphorique*.

Ce verre phosphorique est indissoluble dans l'eau, sa saveur ne rougissant pas le papier bleu lorsqu'on le pose dessus, ne faisant point d'effervescence avec les acides, assez dur pour rayer le verre ordinaire.

M. Crell a observé que sa pesanteur spécifique étoit à celle de l'eau :: 3 : 1, c'est-à-dire moindre que celle du diamant, qui est communément :: 35 : 10, & par conséquent moindre que celle du flint-glass, qui est encore plus grande que celle du diamant. M. Crell a essayé de rapprocher en effet le verre phosphorique & le diamant par des propriétés communes; mais la propriété combustible du dernier écarte toute comparaison.

M. *Wiegleb* a publié, dans le journal de M. Crell, un examen du verre phosphorique dont M. Proust a donné la traduction dans le journal de physique (*tom. XX, pag. 301.*). Ce savant Chymiste se servit de l'acide muriatique pour la dissolution des os, le regardant comme plus avantageux pour la précipitation de la sélénite; cependant il reconnoît qu'il en reste après la première distillation de la liqueur, & on conçoit en effet que le muriate calcaire doit être plus fixe que le nitre calcaire. Après avoir séparé, autant qu'il étoit possible, la sélénite par les procédés ordinaires, il précipita encore sa liqueur par l'*alkali volatil*; il distilla dans une cornue de verre cette liqueur précipitée, qu'il nomme *sel phosphorique ammoniacal*; il obtint d'abord de l'alkali volatil caustique dans le récipient, une portion de sel ammoniac au col de la cornue; il trouva au fond de la cornue l'*acide phosphorique* qui avoit attaqué & dépoli le verre; il le fit dissoudre dans l'eau chaude, il évapora la dissolution à siccité, il fit fondre enfin le résidu au creuset, & coula sur une plaque une matière qui n'étoit point un verre, qui n'en avoit que l'apparence, qui étoit très-acide, & qui s'humectoit à l'air: de sorte qu'il promet, par ce procédé, un *acide phosphorique* très-pur, sur le fondement que ce n'est qu'à cause des terres qui y restent que cet acide passe réellement à l'état de verre.

Il faut, à ce qu'il me semble, commencer par écarter cette conséquence, puisqu'il est certain que l'*acide phosphorique*, même retiré par déliquescence du phosphore, passe à l'état de verre, & que, vu son peu d'action sur les terres quartzeuses & alumineuses, il n'y a pas d'apparence que ce soit la terre des creusets qui lui restitue cette base par une dissolution capable de rendre homogène la masse entière que l'on y pousse à la fusion.

S'il étoit vrai que l'*alkali volatil* précipitât réellement toute la terre calcaire de la dissolution des os, ce seroit un moyen bien avantageux, malgré l'augmentation de dépense, pour avoir, soit le phosphate ammoniacal pur, soit l'*acide phosphorique* pur & libre, soit même pour la préparation du phosphore par les os, où, à cause de cette terre, on éprouve, comme je l'ai déja dit, toujours une perte considérable. Je ne puis douter que l'alkali volatil, même caustique, n'occasionne dans la dissolution des os un précipité très-abondant, puisque je l'ai moi-même vérifié sur une liqueur épuisée de sélénite, autant qu'il est possible par les évaporations, épuisée d'acide vitriolique surabondant par l'addition de la dissolution nitreuse des os, & qui n'attendoit plus enfin que la déficcation pour être employée à l'opération du phosphore; mais je ne crois pas pour cela devoir adopter l'opinion de M. Wiegleb, parce qu'il n'a pas fait attention que dans cette liqueur, ce sont les acides libres qui tiennent en dissolution le phosphate calcaire, & même la plus grande partie de la sélénite, qui sont des sels peu solubles; que dès-lors l'alkali volatil, incapable de décomposer ces sels par affinité simple, ne fait autre chose que de reprendre les acides libres qui leur servoient de dissolvans, c'est-à-dire l'*acide phosphorique*, & l'acide vitriolique qui peut encore s'y trouver. Aussi M. Proust a-t-il remarqué dans une note, que le *magma* du précipité *devoit tenir de l'acide phosphorique*; aussi ai je observé que ce précipité, que M. Wiegleb a regardé comme une pure terre calcaire, donnoit un globule vitreux sur le charbon, tout aussi bien que la liqueur surnageante; & si M. Wiegleb a réussi à en séparer une portion de vraie terre calcaire, c'est qu'il a employé pour cela de nouvel acide vitriolique, dont il n'auroit pas eu besoin si le précipité eût été une terre libre.

Ajoutons que M. Wiegleb n'a point fait état de la matière ourétique découverte & démontrée par les expériences de M. Proust, qui existe certainement dans les os comme dans les urines, qui m'a même donné, dans quelques petits essais, des traces de l'efflorescence spontanée qui lui est propre.

On peut conclure de ces observations, que la méthode de M. Wiegleb n'est point exacte dans le sens qu'il la présente, & même qu'elle ne peut servir à augmenter le produit dans l'opération du phosphore; mais je crois pouvoir annoncer, d'après ma propre expérience, qu'elle servira désormais très-utilement pour la préparation du *phosphate ammoniacal*; les Chymistes saisiront facilement la théorie & les avantages de ce procédé.

Que l'on fasse dissoudre des os calcinés dans l'acide vitriolique délayé, que l'on observe cette fois de mettre moins d'acide qu'il n'en faut pour décomposer toute la matière osseuse, & qu'on évapore pour séparer la sélénite: il est sûr qu'il restera très-peu de ce sel dans la liqueur; que si on a bien opéré, elle ne contiendra pas un atôme d'acide vitriolique libre; on peut l'essayer, en y laissant tomber quelques gouttes de dissolution nitreuse des os, qui ne la troublera pas si elle est dans la condition prescrite. Si l'on y verse alors de l'alkali volatil, même caustique, jusqu'au point de saturation de l'acide, elle formera sur-le-champ un magma presque solide qu'il faudra étendre avec de l'eau pour filtrer, & la liqueur qui passera par le filtre sera une vraie dissolution de phosphate ammoniacal qu'il suffira d'exposer à l'évaporation spontanée, pour avoir en beaux crystaux très-nets ce sel qu'on a jusqu'à présent cherché si laborieusement dans l'urine; il ne sera mêlé que de cette substance qui

l'accompagne toujours dans les autres procédés, je veux dire de l'acide ourétique, qui ne donne point de phosphore avec les matières phlogistiques, & que M. Bergman propose de regarder lui-même comme une espèce de soufre ou composé phlogistique qui masque ses propriétés; mais on peut, à un certain point, séparer cette substance du vrai phosphate ammoniacal, parce que les crystaux qu'elle donne se distinguent par leur efflorescence, & se résolvent en poussière à l'air libre. *Voyez* ACIDE OURÉTIQUE.

En rejettant dans l'acide vitriolique la matière qui est restée sur le filtre, il est facile de la décomposer à son tour pour l'opération du phosphore; il n'y a donc rien de perdu dans ce procédé, puisqu'on n'emploie pas même autant d'alkali volatil qu'on est obligé d'en ajouter dans les évaporations de l'urine pour donner une base à l'*acide phosphorique*.

Enfin, cette facilité de se procurer aussi économiquement le phosphate ammoniacal, nous offre un nouveau moyen d'avoir plus abondamment & à moindre prix l'*acide phosphorique* libre & assez pur, sinon pour des expériences delicates, du moins pour d'autres usages, il faudra seulement avoir attention de ne le pousser au feu, comme M. Wiegleb, qu'autant qu'il est nécessaire pour en dégager la base alkaline volatile, sans le porter à l'état de verre insoluble.

IX. Le *résidu* de l'opération du phosphore tiré des os a été peu examiné, & il mérite de l'être pour déterminer la quantité d'acide ourétique qu'il contient, & qu'on n'a encore estimée que par la disproportion du produit en phosphore avec la quantité de verre phosphorique qu'on a employée, ce qui peut être très-sujet à erreur. La partie saline de ces résidus est soluble dans l'eau bouillante, quand on a mis assez de charbon pour s'opposer à une vitrification entière sur les parois de la cornue, & sur-tout quand le verre phosphorique a été bien dépouillé de sélénite & de phosphate calcaire; s'il y reste une certaine quantité de ces sels terreux, on ne trouve dans le résidu que des globules de verre laiteux qui éludent absolument l'action de l'eau bouillante: j'en ai vu de cette espèce qui, projettés dans le nitre ou l'alkali fixe pur en fusion, n'ont pas été attaqués, & sur lesquels l'acide vitriolique lui-même n'avoit point d'action sensible; c'étoit un mélange de sélénite & de phosphate calcaire ou terre osseuse complettement vitrifiés avec la substance ourétique; cela peut dépendre en partie de la violence du feu employé dans l'opération du phosphore.

M. Nicolas est le seul, que je sache, qui ait donné quelque attention à l'état de la poussière de charbon qui reste dans la cornue: *elle n'avoit plus* (dit-il) *la propriété de brûler avec flamme, comme la poudre de charbon ordinaire, ce qui prouve la décomposition du charbon par l'*acide phosphorique *qui le réduit presque à l'état terreux*. Il est bien plus vraisemblable, que c'est l'action du feu long-temps continué à un degré très-fort qui l'a fait passer à l'état de plombagine; c'est un phénomène qu'il importe de vérifier. *Voyez* PLOMBAGINE.

§. V. *De la purification du phosphore.*

De quelque manière qu'on ait procédé pour obtenir le phosphore, soit de l'urine, soit des os, il a besoin d'être purifié, sur-tout celui qu'on retire de l'urine, qui est toujours noirci & mêlé de plus de matières étrangères. On le rectifioit anciennement dans une petite cornue de verre, à laquelle on ajustoit, comme pour la distillation, un récipient à moitié plein d'eau; cette opération réussit en effet à une douce chaleur, parce que le phosphore une fois formé est très-volatil; cependant quelques précautions que l'on prenne, il se détruit toujours une partie du phosphore, & on a reconnu qu'il suffisoit de ramollir dans l'eau chaude le produit de la première distillation pour en séparer les impuretés & le mouler tout de suite; voici le procédé. Après avoir fait tomber dans l'eau du récipient tout ce qui s'étoit attaché à sa partie supérieure & au col de la cornue, on verse tout dans une grande terrine, on fait entrer dans un matras le phosphore qui se tient à la surface de l'eau, ainsi que celui qui tombe au fond; on couvre ce matras, qui doit être à moitié plein d'eau, avec du papier, & on le tient pendant quelques heures dans l'eau chaude, un peu au-dessous du degré de l'ébullition. Le phosphore étant liquéfié & réuni en une seule masse, on le jette dans une terrine remplie d'eau, en observant de plonger le col du matras ou de la bouteille dans l'eau avant de verser le phosphore, ou encore mieux, d'achever de remplir auparavant la bouteille d'eau chaude; sans cette précaution, le phosphore pourroit s'enflammer & occasionner un accident, s'il y en avoit une certaine quantité. Lorsque le phosphore est figé, ce qui ne tarde pas, on le coupe en morceaux longs & deliés pour le faire entrer dans des tubes de verre remplis d'eau, bouchés à l'une de leurs extrémités par un liège; ces tubes doivent être un peu coniques, pour qu'on puisse les dépouiller facilement. Les tubes ainsi remplis de phosphore sont placés au bain-marie dans une curcubite de verre, où on fait chauffer l'eau presque jusqu'à ébullition pendant quatre à cinq heures. Dans cette opération, le phosphore se liquéfie & se moule dans les tubes; comme il est plus pesant que les matières hétérogènes avec lesquelles il est mêlé, il s'en sépare insensiblement, il s'élève au-dessus une matière rouge, qui est du phosphore à moitié décomposé par la combustion; le phosphore pur, transparent, presque sans couleur, occupe la partie inférieure. Quand les tubes sont réfroidis, on en fait sortir le phosphore qui a pris la forme de petits cylindres.

M. Nicolas, de qui j'ai emprunté une partie de cette manipulation, dit que les hétérogénéités qui

se trouvent dans le phosphore, & qui lui donnent une couleur rouge sont dues à une *portion de fer réduite en état de chaux*, par la combustion inévitable d'un peu de phosphore pendant sa distillation, & qu'il s'en est assuré, en faisant enflammer du phosphore coloré dans un creuset avec un peu d'alkali pour saturer l'*acide phosphorique*, faisant ensuite brûler de l'huile sur le résidu, & y portant enfin le barreau aimanté qui en a attiré une partie. Je ne veux pas nier qu'il puisse se trouver accidentellement quelques parcelles de fer dans le phosphore; mais pour que ce métal pût être regardé comme la vraie cause de la couleur rouge, il faudroit que ce fût en effet la couleur propre de ses combinaisons, soit avec le phosphore même, comme dans le *sydérotète*, qui est une pyrite phosphorique martiale, soit avec l'acide, comme le phosphate martial, & c'est ce que l'on n'observe pas. Au contraire, il est aisé de s'assurer que le phosphore peut être converti presque en totalité en cette matière rouge opaque, lorsqu'on le brûle rapidement, & sans donner à l'air le temps de le décomposer. Le phosphore qui a été altéré par le feu (dit M. Sage) est pulvérulent, il ne peut plus se fondre, il n'est que très-peu lumineux dans l'obscurité; on le sépare aisément par la fusion au bain-marie, parce qu'il est plus léger, & quand on a entretenu cette liquéfaction pendant une heure, on obtient un phosphore d'un *blanc citrin, transparent*, qui conserve cette transparence, si on le garde dans les tubes où il a été moulé, en observant d'en fermer les extrêmités avec des bouchons de liége. *Mém. de l'Acad. roy. des Sciences, ann. 1780.*

On est dans l'usage de conserver le phosphore dans des flacons remplis d'eau, & il est bien certain que l'eau devient un peu acide à la longue, que le phosphore blanchit à sa surface; mais il n'est pas encore question des propriétés de ce soufre (*Voyez* PHOSPHORE): j'ai été forcé de placer ici sa préparation, puisque c'est une opération préliminaire pour obtenir l'acide; il est temps d'indiquer la manière de le faire passer à cet état.

§. VI. *De la manière de retirer l'acide du phosphore.*

Au temps de M. Hellot, on croioit que la déliquescence du phosphore étoit une vraie dissolution determinée par la ténuité des particules aqueuses en l'état de vapeur, & parce que son principe inflammable se dissipoit.

J'annonçai en 1772 qu'il y avoit une augmentation de poids très-sensible dans le résidu du phosphore après sa combustion instantanée (*digress. académiques, &c.*); mais j'étois bien éloigné de savoir quelle en étoit la véritable cause; il est facile de l'indiquer aujourd'hui, d'après les travaux des Chymistes sur les gas.

C'est un principe que j'ai déja établi, que les soufres ne passent à l'état d'acide qu'en absorbant & fixant une certaine quantité d'air vital principe acidifiant; voilà précisément la condition essentielle pour obtenir l'acide du phosphore, & la cause démontrée de l'augmentation de poids.

Cette condition peu s'accomplir de plusieurs manières; il y en a trois sur-tout qui méritent d'être distinguées; savoir, la *déflagration*, la *combustion lente*, & l'*affinité par la voie humide.*

La déflagration est une combustion vive & rapide: si on met du phosphore dans un vaisseau où il éprouve, soit naturellement, soit artificiellement, une chaleur sèche d'environ vingt-quatre degrés, il s'enflamme de lui-même avec une forte d'explosion, le fond du vase se trouve couvert d'une matière blanche flocconneuse qui pèse plus du double du phosphore, qui attire très-promptement l'humidité de l'air, & qui se résout enfin en liqueur; c'est l'*acide phosphorique* par déflagration. On peut, sans attendre sa déliquescence, verser sur ce résidu une certaine quantité d'eau qui la dissout très-promptement, à la réserve d'une portion de matière jaune-orangé, qui est du phosphore non décomposé, & qui reste sur le filtre.

Cette opération a été décrite par le célèbre Margraff, qui a de même observé une augmentation de poids, la matière étant encore chaude; c'est sur la lessive de ce résidu concentrée par la distillation du flegme qu'il fit les premiers essais de ses combinaisons.

La méthode indiquée par M. Lavoisier, & qui lui à servi a produire l'acide employé dans ses expériences, appartient encore à cette espèce de combustion: elle consiste à brûler le phosphore à l'aide d'un verre ardent, sous une cloche de verre plongée dans le mercure; il se forme une très-grande abondance de floccons blancs qui s'attachent de toute part aux parois de la cloche; c'est l'acide concret qui se résout presque sur-le-champ en liqueur lorsqu'il a le contact de l'air, & il en résulte un acide très-concentré & très-pesant, qui a l'apparence huileuse de l'acide vitriolique concentré, & n'a pas plus d'odeur. (*Mém. de l'Acad. roy. des Sca. nn. 1777.*)

Si l'on ne veut pas avoir l'acide aussi concentré, le même Académicien indique un procédé moins embarrassant & plus expéditif: « C'est de brûler le » phosphore sous de grandes cloches de crystal, » dans l'intérieur desquelles on a promené un peu » d'eau distillée; lorsque les vapeurs formées par » une première combustion sont dissipées, on in» troduit sous la cloche une nouvelle quantité de » phosphore qu'on fait brûler comme la première, » & on procède ainsi de suite, pendant plusieurs » jours, jusqu'à ce qu'on ait rassemblé la quantité » d'*acide phosphorique* dont on a besoin ».

Si ce procédé a l'avantage de donner en peu de temps de l'*acide phosphorique*, nous verrons que cet acide tient en dissolution une quantité assez considérable de phosphore non décomposé qui altère ses propriétés,

Le phosphore est décomposé bien plus complettement par la *combustion lente*. On place pour cela les petits cylindres du phosphore sur les parois d'un entonnoir de verre, dont le bout est reçu dans un flacon, pour que la liqueur s'écoule à mesure qu'elle se forme; M. Sage recommande de couvrir l'orifice de l'entonnoir avec un chapiteau, & de placer dans le milieu de l'entonnoir un petit tube de verre pour donner passage à l'air du flacon qui est déplacé par l'*acide phosphorique*, parce que, sans ces précautions, le phosphore s'enflamme avec explosion dans l'appareil, lorsque le thermomètre est à quinze degrés au-dessus de la congellation. (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. ann. 1777, pag. 435.*) L'inflammation peut avoir lieu à un degré fort inferieur quand il y a une certaine quantité de phosphore, & que les cylindres se touchent, ou seulement sont trop rapprochés; c'est ce qui est arrivé il y a quelques années, même dans une cave de l'Académie de Dijon.

Une once de phosphore produit environ trois onces d'*acide phosphorique*, sans odeur & sans couleur, ayant l'apparence huileuse de l'acide vitriolique concentré, qui retient encore un peu de phosphore non décomposé, qui se manifeste quand on l'expose au feu par des vapeurs blanches très-acres & de petites explosions lumineuses. Quoique cette portion de phosphore soit bien foible, elle peut cependant induire en erreur dans des expériences delicates; il est facile d'en débarrasser complettement l'acide, en distillant dessus de l'esprit-de-vin, qui ne le volatise pas, & qui s'empare du phosphore.

L'on donne à cet acide, ainsi préparé, le nom d'*acide phosphorique par déliquescence*; mais il est aisé de voir combien cette dénomination est impropre; ce n'est pas l'eau qui décompose le phosphore & le fait passer à l'état d'acide, elle n'est attirée que par l'acide tout formé, ou à mesure qu'il se forme, par une vraie combustion qui ne differe de la précédente, que parce qu'elle est beaucoup plus lente; comme on peut en juger par l'odeur que le phosphore ne cesse d'exhaler, & la lumière qu'il répand pendant toute la durée de l'opération, & qui, quoique foible, est néanmoins sensible dans l'obscurité. L'air est donc le seul agent de la décomposition; mais avant que d'en développer les preuves, je dois indiquer encore une troisième maniere de l'opérer.

III. Le phosphore, ainsi que le soufre, est susceptible de passer à la combinaison acide *par le jeu des affinités dans la voie humide* sans inflammation vive ni lente, & pour ainsi dire, par une sorte de combustion froide. On l'obtient très-facilement par le moyen de l'*acide nitreux*; j'en donnerai ici le procédé d'après les essais qu'en a faits M. Lavoisier, & auxquels ce célèbre Chymiste a été conduit par ses vues de recherches sur l'air vital, & par les expériences de M. Berthollet sur la combinaison de l'acide nitreux avec le phosphore.

« J'ai pris une cornue tubulée (dit M. Lavoisier) » de la contenance de six à sept pintes; j'y ai introduit deux livres d'un acide nitreux, dont le » poids est à celui de l'eau distillée, dans le rapport de 129895, à 100000; j'ai mis la cornue sur » un bain de sable; j'y ai adapté un ballon, & j'ai » échauffé lentement jusqu'à ce que la liqueur eût » acquis environ quarante-cinq degrés d'un thermomètre à mercure; alors j'ai ouvert la tubulure, & j'ai jetté dans la cornue un morceau de » phosphore du poids de dix à douze grains, aussitôt il est tombé au fond de la liqueur, il s'est » fondu comme de la cire, & il a commencé à » se dissoudre avec une effervescence assez vive: » le premier morceau dissous, j'en ai jetté un second, puis un troisième, & j'ai continué ainsi » en allant très-lentement, jusqu'à ce que je fusse » parvenu à combiner ainsi avec l'acide tout ce qu'il a » voulu dissoudre de phosphore; la quantité en a été » de deux onces six à sept gros.

» La dissolution, dans le commencement, se » faisoit avec une extrême facilité, & j'étois obligé » de ménager beaucoup le feu, dans la crainte que » l'effervescence ne fût trop vive; mais sur la fin, » l'action de l'acide sur le phosphore se ralentissoit de plus en plus; je ne pouvois soutenir l'effervescence & la dissolution, qu'en haussant le degré du feu, & j'ai été obligé de le porter successivement, & par degrés, jusqu'au-delà de l'eau » bouillante.

» Tant qu'il n'y a eu qu'un gros ou un gros & » demi de phosphore dissous, la liqueur n'a subi » d'autre changement, que de prendre une teinte » jaune comme de l'eau régale; ensuite elle est » devenue verte, en même-temps il s'en élevoit » des vapeurs rouges très-épaisses & très-turbides, » qui n'étoient que de l'air nitreux & de l'acide » nitreux très-fumant; ces vapeurs, qui formoient » un nuage épais, paroissoient tomber & couler du » bec de la cornue, comme auroit fait un liquide; » elles ont continué à passer pendant tout le temps » de la dissolution du phosphore: on conçoit que » je n'ai pas dû manquer de recueillir soigneusement les produits qui passoient dans la distillation, & voici ce que j'ai obtenu pendant dix-sept » à dix-huit heures qu'a duré l'opération.

» J'ai recueilli d'abord deux gros vingt-quatre » grains d'un acide nitreux non fumant, presque » blanc & très-foible; les vapeurs qui s'élevoient » de la liqueur de la cornue, pendant tout le temps » qu'a passé cet acide, n'étoient presque point colorées: à mesure que les vapeurs ont pris plus » d'intensité, l'acide qui passoit étoit plus jaune, » & il a commencé à devenir fumant; la seconde » portion que j'ai mise à part pesoit trois onces » cinquante grains.

» Cette seconde portion a été suivie d'un acide » nitreux d'un vert foncé, jaunâtre, encore plus fumant

» fumant que le précédent; il pesoit six onces deux » gros.

» L'acide nitreux que j'ai obtenu ensuite étoit » un peu moins vert & moins fumant; il pesoit » cinq onces cinq gros & demi : sur la fin du passage » de cet acide, l'intensité des vapeurs rouges a » considérablement diminué, & je n'ai plus obtenu » que de l'acide nitreux blanc à peine fumant; » cette dernière portion pesoit quatre onces deux » gros six grains.

» La liqueur de la cornue étoit alors entiérement » saturée de phosphore, & les portions que j'y ai » ajoutées refusoient absolument de se dissoudre, » quoique j'eusse haussé beaucoup le degré du feu, » & que j'eusse essayé de le continuer long-temps.

» Ayant désapareillé les vaisseaux, j'ai trouvé » dans la cornue treize onces quatre gros d'une » liqueur un peu jaunâtre, qui avoit une consis- » tance huileuse, à-peu-près comme l'acide vitrio- » lique concentré ou huile de vitriol; elle conser- » voit encore un peu d'odeur d'acide nitreux.

» Pour emporter les dernières portions d'acide » volatil qu'elle pouvoit contenir, je l'ai introduit » dans une cornue de verre enduite de terre, & » j'ai poussé à un feu gradué au fourneau de réver- » bère.

» D'abord j'ai obtenu un acide nitreux foible & » léger, qui est devenu de plus en plus flegmatique; » puis il n'est plus passé qu'un flegme de couleur » rousse, un peu amer, qui n'étoit plus acide, & » qui ne faisoit point d'effervescence avec les alka- » lis : ayant poussé le feu un peu davantage, & » jusqu'au point de faire rougir légérement les » barres sur lesquelles reposoit la cornue, il a com- » mencé à passer des vapeurs blanches très-péné- » trantes, qui se sont rassemblées dans le récipient, » c'étoit de véritable *acide phosphorique*, dans un état » cependant semi-volatil.

» J'ai jugé alors que l'opération étoit complet- » tement achevée; j'ai donc laissé refroidir les vais- » seaux; mais ayant voulu retirer la liqueur res- » tante dans la cornue, j'ai remarqué que la plus » grande partie étoit devenue épaisse comme de la » thérébentine, qu'elle tenoit à l'intérieur du vais- » seau, & il ne m'a été possible de l'obtenir qu'en » l'étendant avec de l'eau distillée; cette circons- » tance m'a empêché d'en reconnoître le poids avec » exactitude ..... On peut évaluer à huit ou neuf » onces la quantité d'*acide phosphorique* qu'on peut » obtenir de deux onces six gros de phosphore, & » de deux livres d'acide nitreux, en supposant qu'on » ne porte pas l'opération au point de réduire l'a- » cide à consistance de thérébentine épaisse, mais » seulement à celle d'un syrop un peu épais. (*Mé- moires de l'Académie royale des Sciences, ann. 1780, pag. 350.*)

M. Lavoisier croit qu'il y a eu environ deux gros de phosphore emportés par l'acide nitreux pendant la combinaison, & qui l'ont un peu altéré.

Je ne doute pas que l'on n'opère la même décomposition par d'autres acides. Suivant M. Bergman, si l'on jette un morceau de phosphore dans l'acide arsenical, toute sa surface devient bientôt noire par la portion d'arsenic réduit qui s'y attache; il ne parle pas de l'état de la liqueur, mais il est bien évident qu'il y passe en même-temps un peu de phosphore à l'état d'acide; cette circonstance est indépendante de la manière d'expliquer ces phénomènes.

Le même Chymiste assure, ainsi que M. Schéele, que l'*acide muriatique déphlogistiqué* convertit dans l'instant le phosphore en une fumée blanche; c'est d'après leur témoignage que j'ai rappellé cette observation à l'article ACIDE MURIATIQUE DEPHLOGISTIQUÉ; mais je dois ajouter ici, d'après mes propres expériences, que l'acide muriatique déphlogistiqué le plus concentré en état de liqueur, même celui qui est tiré de la glace sous forme concrète à la manière de M. Berthollet (*voyez* ACIDE RÉGALIN), n'a aucune action sur le phosphore, à la température moyenne, ni même à quinze degrés au-dessus de la congellation; ce qui m'a fait penser que les deux Chymistes suédois avoient opéré dans le temps même de la distillation, & que la chaleur des vaisseaux avoit déterminé l'action de l'acide en fondant le phosphore, comme nous avons vu que M. Lavoisier l'avoit pratiqué avec l'acide nitreux.

Dans toutes les opérations dont nous venons de parler, il est aisé de voir que l'air vital, principe acidifiant, est l'agent essentiel de la conversion du phosphore en acide; mais n'est-ce réellement qu'une composition par affinité simple, comme le croit M. Lavoisier? Le phlogistique n'y joue-t-il pas un rôle essentiel? Je ne puis me dispenser de rappeller encore ce grand problème de la théorie chymique, puisque le célèbre académicien qui s'est déclaré contre la doctrine de Stahl a puisé quelques-uns de ses plus forts argumens dans les expériences sur le phosphore; mais ces questions seront mieux placées dans la section suivante; il nous suffit d'avoir fait connoître ici les différentes manières de préparer notre acide, & la facilité avec laquelle on le rectifie, soit par une demi-vitrification au feu, soit en le traitant avec l'esprit-de-vin, pour en séparer les autres acides & la portion de phosphore qui peut avoir échappé à la décomposition.

§. VIII. *De la nature & des propriétés de l'*acide phosphorique.

L'*acide phosphorique* se trouve dans les trois règnes de la nature; M. Gahn l'a trouvé dans la mine de plomb; & d'après ce qu'en dit M. Bergman (*Opusc. tom. 2, pag. 431, 504, édit. franç.*), cette mine a l'apparence calciforme, comme celle qui a l'acide méphitique pour minéralisateur; on sait présentement que la substance qui rend le fer fragile à froid, & qui a été prise pour un nouveau demi-métal, est une combinaison phosphorique du fer (*voyez* ACIDE SYDÉRITIQUE & SYDEROTETE); on ne

sera pas surpris que dans ce dernier composé il ait la forme pyriteuse, tandis qu'il reste dans l'état salin avec le plomb, qui est de sa nature plus réductible, lorsqu'on sera attention que celui-ci n'a pas été examiné après avoir subi, comme l'autre, l'action du feu de fusion avec des réductifs. Il y a donc lieu de croire, comme l'a annoncé M. Proust, qu'on le trouvera uni à plusieurs autres substances terreuses & métalliques, mais non pas *comme minéralisateur à la manière du soufre*, à moins qu'il n'ait éprouvé l'action du feu, parce qu'il n'y a pas encore d'exemple que le phosphore se forme, comme le soufre, par la voie humide. Si la matière des turquoises n'est pas simplement une terre osseuse teinte par la chaux de cuivre, c'est un sel phosphorique cuivreux qui a pu se former avec l'acide rendu libre par les eaux qui ont passé sur des pyrites en décomposition.

L'*acide phosphorique* se rencontre dans le *règne végétal*. Albinus, Hoffman & Pott en avoient fait mention; le célèbre Margraff voulut s'en convaincre par ses propres expériences: il traita à la distillation les semences de *roquette*, de *moutarde*, de *cresson de jardin* & de *froment*; le résidu sec de ces distillations fut pulvérisé & redistillé à un feu plus fort dans une cornue de verre lutée: toutes ces graines lui donnèrent *un beau phosphore*. M. Meyer de Stetin a annoncé dernierement, dans les annales chymiques de M. Crell, *ann. 1784, part. 6*, que la *partie verte résineuse des feuilles* des plantes contenoit de l'*acide phosphorique*, & que c'étoit à la présence de cet acide qu'il falloit attribuer la couleur verte fixe qu'elles prenoient pendant leur digestion dans les vaisseaux de cuivre. Ce Chymiste a retiré de cette substance résineuse verte, brûlée & fondue sur le charbon, un petit grain métallique, cassant, de couleur grise, qui lui a paru du cuivre uni à l'*acide phosphorique*, & qu'il a en effet imité en fondant sur le charbon un mêlange d'*acide phosphorique* & de cuivre précipité du vitriol par l'alkali volatil. M. Pilatre de Rozier a donné, dans le journal de physique du mois de novembre 1780, un mémoire où il rappelle l'opinion de M. Rouelle l'aîné, que l'acide de tout corps muqueux étoit analogue à l'*acide phosphorique*, & où il assure que la distillation du pyrophore fournit, par once, de cinq à six grains de phosphore. *Voyez* PYROPHORE.

Enfin l'*acide phosphorique* existe abondamment dans beaucoup de *matières animales*: nous avons vu qu'on le retiroit en quantité de l'urine, des os, des cornes, &c. Il existe probablement dans les liqueurs, mais bien sûrement dans les chairs animales. M. Maret ayant fait calciner, puis digérer dans l'acide vitriolique, douze livres de chair de bœuf, a obtenu prés de trois gros de verre phosphorique transparent, en fondant au creuset le résidu de l'évaporation à siccité. M. Crell l'a retiré du suif de bœuf, de la graisse humaine; M. Hankwitz, des excrémens des animaux; MM. Leidenfrost, Hensch & Andrea, du vieux fromage; M. Fontana, des vertèbres du thon & des os des poissons; M. le marquis de Bullion, de la tête d'un esturgeon; M. Berniard, des coquilles d'œuf. (*Chym. de M. Succow*, §. *370*, *383*. *Journ. phys. tom. XVI, pag. 152, 373, XIX, pag. 298.*)

L'*acide phosphorique* se forme-t-il également dans les trois règnes de la nature? N'appartient-il originairement qu'aux corps organisés? Sa production est-elle exclusivement propre à l'organisation animale? Nous n'avons pas de preuves directes pour décider absolument ces questions; cependant il est assez probable qu'il n'existe dans le règne minéral, & peut-être aussi dans les végétaux, que parce qu'il y est journellement porté avec les autres débris des corps qui ont eu vie; qu'il ne s'y conserve de manière à reproduire toujours ses caractères distinctifs qu'à raison de sa fixité, ou, pour mieux dire, de cette indestructibilité qui en est le principe. Si cet acide se retrouve encore sans altération dans des matières osseuses enfouies depuis très-long-temps dans la terre, comme M. Berniard s'en est assuré dans son analyse de quelques ossemens qu'il s'étoit procurés de la *montagne aux os* de Gallenrenth, dans le Margraviat de Bareith (*Journ. phys. tom. XVI, pag. 373.*). Il est assez évident que les agens de décomposition les plus puissans, les dissolvans minéraux les plus énergiques, ne peuvent même, à l'aide du temps, résoudre son principe radical à ses élémens, & se bornent à lui enlever sa base dans quelques circonstances. J'avoue que cette hypothèse n'a jusqu'à présent d'autre fondement que la quantité d'*acide phosphorique* que recèlent toutes les matières animales, la quantité que les animaux vivans fournissent tous les jours dans leurs excrémens, & le peu de proportion qui se trouve entre ce produit des sécrétions habituelles, & la quantité d'*acide phosphorique* que l'on pourroit supposer préexistant dans les divers alimens; cependant cette considération me paroît suffisante, du moins en attendant qu'on ait recueilli des observations plus décisives. En admettant ce fait comme très-probable, on ne peut se refuser à cette réflexion, qui peut avoir des conséquences importantes: que la nature travaillant sans cesse à augmenter la masse d'une substance animalisée, qui, une fois formée, ne se détruit plus, ni par la voie humide, ni par la voie sèche, il doit en résulter des effets dont la nuance insensible nous dérobe les progrès, mais dont la succession continue ne peut manquer à la fin de produire des changmens sensibles dans les opérations des trois règnes.

II. L'*acide phosphorique* est composé, comme tous les autres acides, d'un radical ou base acidifiable particulière, & de l'air vital, principe acidifiant commun; on a déja pu en recueillir les preuves dans les procédés que j'ai indiqués pour faire passer le phosphore à l'état d'acide. M. Schéele ayant enfermé un morceau de phosphore dans une phiole de la capacité de sept onces d'eau, remplie d'air vital, & ayant échauffé, par le moyen d'une chan-

delle, la place où étoit le phosphore, l'air extérieur pressa si fort le bouchon, qu'il fût obligé de l'enfoncer sous l'eau, & l'eau remplit presqu'entièrement la phiole. Une autre fois le même Chymiste a observé que neuf grains de phosphore placés dans un vaisseau de verre scellé hermétiquement, de la capacité de trente onces d'eau, avoient diminué l'air commun pendant la combustion d'un volume de neuf onces. C'est une circonstance bien digne d'attention, comme le dit M. Kirwan, que l'air est beaucoup plus diminué par le phosphore que par tout autre combustible; mais je ne pense pas que cette différence puisse être attribuée à la plus grande chaleur qu'il produit, puisque cette chaleur est elle-même l'effet de la plus grande diminution ou décomposition de l'air vital; elle ne peut provenir de la rapidité seule de l'affinité ou de la masse de chaleur rendue libre dans un temps plus court, puisqu'en des temps inégaux l'effet progressif de la diminution de l'air devroit être le même avec d'autres combustibles; c'est pourquoi j'aime mieux croire, avec M. Schéele, que la raison qui fait que l'absorption est ici plus considérable, c'est que la combustion n'est pas arrêtée, comme dans les autres expériences analogues, par les vapeurs qui se dilatent par la chaleur, & qui environnent la flamme.

Suivant les expériences de M. Lavoisier, confirmées par celles qu'il a répétées avec M. de la Place, quarante-cinq grains de phosphore absorbent en brûlant 65,62 grains d'air vital, & dans la formation de l'*acide phosphorique* une partie de phosphore se combine avec 1⅓ d'air vital. Ces savans Académiciens ont observé que la chaleur dégagée par l'air vital, lorsqu'il étoit absorbé par le phosphore, étoit à-peu-près deux & un tiers plus grande que lorsqu'il étoit changé en air fixe ou acide méphitique (*Acad. des Sc. ann. 1780*, *pag. 399.*). Ce phénomène (qui ne doit pas être confondu avec celui dont je viens de parler, puisque l'on suppose ici des quantités égales d'air décomposé) me paroît dépendre uniquement de la propriété de l'acide méphitique de retenir & de fixer une plus grande quantité de chaleur que l'*acide phosphorique.*

Il reste à savoir qu'elle est la base que le phosphore fournit ici à l'air acidifiant. Dans les principes de Stahl, conciliés avec les découvertes les plus récentes, c'est une substance particulière de son genre qui, par son union avec le phlogistique, constitue le phosphore; M. Lavoisier croit, au contraire, que c'est le phosphore tout entier; ce n'est pas que ce savant ne convienne que la première opinion ne puisse se concilier avec tous les faits, même avec la production de l'*acide phosphorique* sans combustion, au moyen d'une double décomposition du phosphore & de l'acide nitreux; mais il ne regarde pas comme prouvé que l'acide nitreux fumant contienne plus de phlogistique que le non-fumant, ni que cet excès de phlogistique vienne du phosphore. Je ne dissimulerai pas qu'il est très-difficile de vérifier ces deux faits de la manière dont M. Lavoisier paroît l'exiger, en n'accordant rien à l'analogie résultante de plusieurs effets qui concourent à établir une même cause, quoiqu'ils ne l'indiquent pas tous aussi nécessairement.

Par rapport à l'*acide nitreux fumant*, ou plutôt au *gas nitreux*, que j'ai fait voir qui le constituoit tel, je ne puis que renvoyer à ces articles; & pour la seconde objection de M. Lavoisier, je me bornerai à quelques réflexions qui me paroissent devoir suffire pour établir la présence du phlogistique dans le phosphore, du moins jusqu'à ce que l'on ait donné une solution satisfaisante de ces objections dans le systême contraire.

1°. Si l'*acide phosphorique* étoit réellement le phosphore tout entier uni à l'air vital, qu'est-ce donc que le verre phosphorique dont j'ai parlé précédemment, qui n'est plus ni phosphore, ni acide, qui ne peut redevenir acide qu'en passant par l'état de phosphore, & qui, pour devenir phosphore, a besoin du contact de quelqu'une des substances que nous classons dans les phlogistiques? Plus cet argument m'a paru concluant, plus j'ai apporté d'attention à vérifier le fait sur lequel il s'appuie: j'ai réduit à l'état de verre de l'*acide phosphorique*, retiré par la combustion lente du phosphore, le même acide traité auparavant avec l'esprit-de-vin, ou seulement l'acide tel qu'on le retire des os, fondu en masse transparente très-déliquescente; j'ai porté ces acides à une vitrification complette par un coup de feu suffisant, & j'ai toujours vu ces verres tenir l'eau comme des vases, en souffrir l'évaporation à siccité, sans lui communiquer en aucun temps assez d'acidité pour produire la moindre impression sur le papier teint par le tournesol.

2°. En considérant l'étonnante fixité de notre acide, comment concevoir qu'il la perde, qu'il devienne volatil à une foible chaleur, en perdant précisément un principe essentiellement expansible, & uniquement par cette privation?

3°. Le phosphore précipite les chaux métalliques de leurs dissolvans en état de métal: j'ai déja dit, d'après M. Bergman, qu'il précipitoit l'arsenic en noir de l'acide arsenical; l'*acide phosphorique* devient phosphore quand on le fait bouillir avec l'esprit-de-vin, quand on le traite à la distillation avec quelques métaux, & sur-tout avec le zinc; si ce ne sont là que des attractions électives, des affinités simples de l'air vital, s'il n'y a pas une quatrième substance qui ajoute à la somme des affinités, pourquoi le phosphore ne s'unit-il pas à l'air acidifiant sans combustion? Pourquoi les dissolutions des métaux & de leurs chaux présentent-elles des phénomènes différens? Pourquoi l'*acide phosphorique* saturé d'avance d'air vital peut-il révivifier l'or dans l'eau régale, & changer l'état de la mangan èse tenue en dissolution au point de détruire sa couleur précisément comme la pointe bleue de la flamme au chalumeau?

4°. Il suffit, suivant M. Wiegleb, de pulvériser

dans un mortier de verre dix grains de phosphore avec quatre cents quatre-vingt grains de nitre pur & bien sec pour produire subitement une vive détonnation ; ce n'est pas la chaleur du phosphore qui produit cet effet, puisque la chaleur seule ne fait pas détonner le nitre au creuset ; ce ne peut être la base acidifiable du phosphore, qui, si elle exerce dans ce cas une affinité, ne tend qu'à s'approprier & fixer l'air vital du nitre : c'est donc nécessairement le contact de ce principe fugace qui se trouve dans le charbon, les soufres, les métaux, &c. & qui seul produit les détonnations par son action sur le nitre, c'est-à-dire le phlogistique.

5°. Que l'on mette un morceau de phosphore bien purifié dans un grand flacon rempli d'air commun, bien bouché, & qu'on le laisse deux ou trois jours exposé à une température de dix-sept à dix-huit degrés au-dessus de zéro; si après cela on l'ouvre dans l'eau de chaux, on la verra monter sur-le-champ pour remplacer l'air absorbé, & en même-temps cette eau deviendra laiteuse. On pourroit penser que ce seroit seulement l'effet de la formation d'un peu de phosphate calcaire par l'acide *phosphorique* produit en proportion de la combustion du phosphore; mais si on filtre la liqueur, & qu'après avoir laissé sécher la matière restée sur le filtre, on y laisse tomber quelques gouttes d'acide nitreux, on juge bien-tôt à l'effervescence que la plus grande partie est effectivement de la terre calcaire régénérée. Ainsi il s'est formé de l'acide méphitique pendant la combustion du phosphore, par un principe qu'il peut seul avoir fourni, puisqu'il est bien certain que cet acide méphitique n'existoit pas auparavant dans l'air commun : donc le phosphore ne passe pas tout entier dans la combinaison acide.

Je me borne à ces réflexions, qui s'appuient sur les faits particuliers qui appartiennent à cette article, & qui me paroissent suffisantes pour soutenir la théorie que j'ai annoncée, & que j'aurai assez d'occasions de fortifier de nouvelles preuves. (*Voyez* AIR VITAL & PHLOGISTIQUE) ; ainsi je tiendrai pour constant, jusqu'à ce que le contraire soit démontré par des découvertes ultérieures, que le phosphore est un composé phlogistique, & qu'il n'y a que son radical qui entre dans la combinaison acide.

III. Les Chymistes ont cru long-temps, d'après Stahl, que l'*acide phosphorique* étoit l'acide muriatique modifié par sa combinaison avec le phlogistique ; ils se fondoient principalement sur ce que l'urine dont ils retiroient le phosphore, contenoit abondamment l'une & l'autre de ces substances, & que lorsqu'on jettoit du sel commun sur les charbons ardens, on voyoit onduler à leur surface une flamme vive bleuâtre, pareille à celle du phosphore. Cette hypothèse a été abandonnée depuis les expériences du célèbre Margraff, qui a tenté sans succès cette prétendue combinaison par tous les moyens possibles. D'ailleurs, il suffit d'exposer au feu, dans le même fourneau, un sel muriatique & de l'*acide phosphorique* concret pour voir que la flamme du premier est bleue & la flamme du second décidément verte.

Quelques-uns ont prétendu que l'*acide phosphorique* n'existoit pas tout formé, même dans le regne animal, & qu'il étoit ou le produit du feu employé pour l'en retirer, ou celui de la putréfaction : je ne rappelle cette opinion que parce que les erreurs font aussi partie de l'histoire de la science, & peuvent servir à diriger les jugemens de ceux qui s'en occupent. Celle-ci tient à l'idée fausse & vague des transformations, des modifications sans composition ni décomposition, idée qu'on ne peut voir reproduire sans étonnement dans un siecle où la Chymie exacte a fait tant de progrès. Pour décider ici la question, il suffit de considérer que l'on retire un sel phosphorique, soit de l'urine récente évaporée à une douce chaleur & par la voie humide, soit en l'abandonnant à l'air libre & sans feu ; le premier n'est certainnement pas le produit de la putréfaction, & le second ne peut être attribué à l'action du feu de nos fourneaux. Le sel, qui est le même par les deux opérations, existoit donc formé dans l'urine, comme le vitriol de potasse, le nitre, le sel commun existent dans les végétaux, qui en fournissent par crystallisation dans leurs extraits ; il n'y a pas plus de raison de soupçonner une formation nouvelle.

On peut en dire autant à plus forte raison du sel phosphorique calcaire, qui constitue la matiere osseuse, puisque la corne de cerf, qu'on nomme *calcinée philosophiquement*, les os sortant du digesteur de Papin, ceux qui ont été long-temps exposés au courant d'une rivière, sont attaqués par les acides précisément comme ceux qui ont été calcinés au feu, & que tous les os, sans aucune préparation, éprouvent, de la part des acides vitriolique & nitreux, une action capable de dégager au moins une portion de leur *acide phosphorique* ; de sorte que la calcination ne sert réellement qu'à rendre plus facile & plus complette la décomposition du phosphate calcaire, en détruisant la substance graisseuse qui les défend du contact de l'acide plus puissant, comme l'huile du mastic des vitriers rend la craie moins attaquable par l'acide nitreux.

Je ne dois pas omettre ici une autre opinion, bien capable de faire sentir jusqu'où l'on peut s'égarer par des théories isolées de toute expérience : après avoir posé en principe qu'une même substance, ne pouvoit être à-la-fois partie constituante & excrément du corps organisé, on en a conclu que l'*acide phosphorique* se trouvant dans l'urine, ne pouvoit exister en même-temps dans les autres parties de l'animal : que peuvent de tels argumens contre des faits aussi bien vérifiés que la présence essentielle de l'*acide phosphorique* dans les os, les chairs, les graisses ! Homberg assure même en avoir retiré du sang de quelques personnes qui buvoient de la biere ; & quoique Margraff l'ait tenté sans succès, il est assez probable que ce fluide animal peut, au moins en quelques circonstances, receler

une foible portion de cet acide ; enfin le célèbre Schéele l'a reconnu dans le fromage en état de phosphate calcaire ; en général, on n'a pas plus de droit de nier ce qui est prouvé par l'analyse, que d'affirmer ce qu'elle n'a pas encore vérifié.

IV. *L'acide phosphorique* pur est blanc, inodore, d'une saveur aigre, sans être corrosif.

Il rougit les couleurs bleues végétales, & restitue celles qui ont été altérées par les alkalis.

Sa pesanteur spécifique ne peut être déterminée en état de liqueur, puisqu'on peut le déflegmer jusqu'à siccité. M. Crell l'a trouvé sous forme vitreuse dans le rapport avec l'eau : : 3 : 1 ; mais son acide n'étoit pas absolument pur, n'ayant pas passé à l'état de phosphore.

La concentration de cet acide en liqueur varie même par la déliquescence spontanée : la plus forte que j'aie vue étoit 1,417 ; une autre fois, elle n'a été que de 1,306. On a proposé d'estimer sa densité propre & indépendante de l'eau dont il s'est chargé par déliquescence, en supposant qu'il n'occupe dans le vase hydrostatique que le volume d'une quantité d'eau dont le poids seroit égal à celui du phosphore avant sa décomposition ; mais les auteurs des élémens de Chymie de l'Académie de Dijon ont très-bien remarqué, 1°. que cette hypothèse ne fait point état de l'air nécessaire à la combustion vive ou lente du phosphore, & qui est absorbé dans cette opération ; 2°. que cette matière de conclure réduiroit à rien le volume des corps qui se pénètrent réciproquement dans l'acte de leur union, pénétration dont la dissolution, même aqueuse, des sels donnoit des exemples frappans ; 3°. que le calcul donnoit en effet une densité trop forte, puisqu'ayant fait concentrer par l'évaporation au feu de sable une quantité d'*acide phosphorique* obtenu par la combustion lente, égale pour le volume à une once d'eau distillée, & l'acide ayant été réduit en consistance de graisse, la perte de poids absolu s'étoit trouvée de 476 grains, ce qui donnoit un rapport de densité de l'acide avec l'eau : : 34 : 10, c'est-à-dire, plus que triple, & que cependant il n'étoit, suivant l'expérience, que : : 21 : 10.

L'*acide phosphorique* est très-fixe : si on l'expose au feu dans un matras à long col, il perd d'abord la plus grande partie de l'eau qui lui étoit unie ; on sent bientôt une odeur d'ail qui est due à une portion de phosphore non décomposé, dont il est très-difficile de purger entièrement l'acide ; mais indépendamment de ce phosphore, qui s'élève par sa volatilité, qui se brûle dès qu'il arrive en contact avec l'air, & qui noircit en effet le papier que l'on présente à la vapeur, il y a réellement une portion d'acide volatilisée par l'eau qui rougit le papier bleu, même avant que les vapeurs blanches annoncent la sublimation du phosphore.

M. Priestley essayant de le mettre en état de gas, a trouvé qu'il se recondensoit en entier à la température de l'atmosphère, & sans avoir éprouvé d'altération.

En continuant l'évaporation, la liqueur se trouble, prend un coup d'œil laiteux, une consistance pâteuse ; on observe par intervalles de petites décrépitations lumineuses au fond du vaisseau, elles subsistent même quelques temps après que l'on l'a retiré du feu. En mettant alors la matière dans un creuset sur les charbons ardens, elle bouillonne considérablement, la vapeur qui en sort verdit la flamme ; en augmentant le feu, elle finit par se convertir en un verre blanc transparent qui n'est plus soluble dans l'eau.

L'*acide phosphorique* concret crystallin ne s'est fondu au foyer de la lentille de M. de Trudaine que lorsqu'il a été placé sur un charbon, ce que M. Macquer attribue à la facilité avec laquelle la lumière traverse les corps transparens.

M. Berniard a annoncé, d'après l'observation de M. Comus, que le verre phosphorique avoit la propriété d'être le plus électrique de tous les verres connus. (*Journ. phys. tom. XVI, pag. 152.*)

M. Priestley a observé que l'*acide phosphorique* se saturoit promptement de vapeurs nitreuses rouges ou de gas nitreux, & prenoit une couleur indigo foncée.

Le même physicien nous a annoncé une autre propriété de cet acide, qui est encore plus remarquable : l'ayant fait digérer sur du minium, dont il avoit chassé tout l'air par la chaleur, & qui étoit par conséquent dans le même état où il donne de l'air vital avec l'air nitreux, il obtint, à l'aide de la chaleur, une grande quantité de fluide élastique qui paroissoit très-trouble, qui ne précipita presque pas l'eau de chaux, mais qui étoit fortement inflammable, qui brûla avec une flamme blanche brillante, & qui avoit l'odeur du phosphore ; le minium avoit passé du jaune au gris foncé, presque noir.

En réunissant cette observation à celles que j'ai déjà rapportées de la revivification de l'or dans l'eau régale, & de la décoloration lente de la dissolution phosphorique de manganèse, on est porté à penser que l'*acide phosphorique* retient, même après avoir perdu l'état de soufre, une portion de phlogistique qu'il peut encore céder en quelques circonstances, & qui lui donne au moins la faculté d'agir comme acide phlogistiqué ; mais dans tous ces phénomènes, on doit être bien en garde contre le phosphore qui reste presque toujours non-décomposé dans l'acide. Si l'esprit-de-vin peut servir à le volatiliser, j'ai éprouvé qu'il contribuoit en même-temps à reproduire, presque par la voie humide, une nouvelle portion de phosphore ; on ne doit donc se fier, pour ces expériences délicates, qu'à un acide évaporé, poussé presque à l'état vitreux, & puis abandonné à sa déliquescence. Pour diminuer la perte de l'acide entraîné par l'eau, il faut se servir pour cela d'une cornue, ou du moins d'un matras à long col.

Lorsqu'on mêle de l'eau à l'*acide phosphorique* obtenu par la combustion lente, il y a chaleur, &

par conséquent augmentation de densité ou pénétration des deux fluides. M. Lavoisier ayant mêlé quatre gros de cet acide réduit par l'évaporation en consistance syrupeuse, avec pareille quantité d'eau, le thermomètre plongé dans ce mélange s'éleva de huit degrés à 14$\frac{1}{2}$; en employant l'acide en consistance de thérébentine épaissie avec deux parties d'eau, il y a eu augmentation de chaleur très-rapide de huit à trente-trois degrés (*Acad. des Sc. ann. 1780, pag. 344.*). MM. de Lassone & Cornette ayant employé à la même expérience une once d'acide dont la densité étoit à celle de l'eau : : 19 : 8 ont obtenu, pendant le mêlange avec deux parties d'eau, une augmentation de chaleur de trente-huit degrés. (*Ibid. pag. 511.*)

L'*acide phosphorique* s'unit aux terres, aux alkalis & aux chaux métalliques avec effervescence, & forme, avec ces bases, des sels que nous nommons phosphates. *Voyez* PHOSPHATE ALUMINEUX, PHOSPHATE AMMONIACAL, &c.

M. Bergman indique les affinités de cet acide dans l'ordre suivant;

Le calce.
Le barote.
La magnésie.
La potasse.
La soude.
L'ammoniac.
L'alumine.

Les chaux métalliques { De zinc. De fer. De manganèse. De cobalt. De nickel. De plomb. D'étain. De cuivre. De bismuth. D'antimoine. D'arsenic. De mercure. D'argent. D'or. De platine.

L'eau.
L'esprit-de-vin.
Le phlogistique.

Il place dans le même ordre les terres & les alkalis pour leurs affinités par la voie sèche.

M. Wenzel paroît disposé à croire que cet acide a plus d'affinité avec le phlogistique que les alkalis, parce qu'à l'aide de la chaleur il se sépare des alkalis en état de phosphore, & que le phosphore n'est ni attaqué ni décomposé par les alkalis; mais il faut faire attention, 1°. que ce n'est que le phosphate ammoniacal qui passe à l'état phosphore, & qu'il laisse aller sa base volatile par la seule action du feu, sans qu'il soit besoin qu'une troisième substance décide cette décomposition par son affinité; 2°. que le phosphore n'est point l'acide, & même ne le contient pas tout entier; il est donc tout simple que ses affinités soient différentes. *Voyez* au surplus ACIDE PHOSPHORIQUE PHLOGISTIQUÉ.

Suivant M. Bergman, l'*acide phosphorique* vient après les acides vitriolique & muriatique déphlogistiqué dans l'ordre des affinités du phlogistique; il est cependant certain que le phosphore n'est décomposé ni par l'un ni par l'autre de ces acides: à l'égard du premier, j'ai observé que le phosphore s'y fond à l'aide de la chaleur, qu'il s'élève alors à la surface, & que la partie qui est en contact avec l'air donne quelques signes de combustion; mais le surplus n'éprouve aucun changement; MM. de Lassone & Cornette paroissent en avoir jugé de même (*Acad. des Sc. ann. 1780, pag. 512.*) Pour ce qui est du second, le phosphore s'est conservé sans aucune altération dans le gas muriatique déphlogistiqué obtenu sous forme concrète à la manière de M. Berthollet, c'est-à-dire dans le plus haut degré de concentration & de puissance.

Si l'on verse une dissolution alkaline caustique dans une dissolution de terre calcaire par l'*acide phosphorique*, il se forme sur-le-champ un précipité abondant, & on pourroit penser en conséquence que l'alkali a plus d'affinité avec cet acide que le calce; c'est cette apparence qui a trompé M. Lavoisier sur l'ordre de ces affinités (*Acad. des Sc. 1777, pag. 73.*), & M. Wenzel, sur l'existence d'une terre particulière dans l'yvoire : mais, comme le remarque l'illustre Bergman, la terre calcaire ne peut être ici tenue en dissolution que par excès d'acide; en reprenant cet excès d'acide par un alkali, il est tout simple que le sel terreux insoluble se précipite; ce n'est donc pas une simple terre, mais du vrai phosphate calcaire qui forme le précipité.

Que l'on verse de l'eau de chaux dans une dissolution de phosphate de potasse, il se fait sur-le-champ un précipité dont la nature n'est pas équivoque, & qui ne laisse aucun doute sur la supériorité d'attraction de la base terreuse.

Il en est autrement quand on emploie du méphite ou alkali non caustique; le phosphate calcaire est alors décomposé à cause de la double affinité, & c'est du méphite calcaire qui se précipite. C'est ainsi sans doute que les Académiciens de Dijon sont parvenus à décomposer la terre osseuse, en la traitant par la voie sèche avec un alkali qui contenoit du méphite de potasse; il n'est pas plus surprenant que l'acide méphitique concoure ici à cette action simultanée de deux affinités, malgré la chaleur, que dans la décomposition du spat fluor opérée par M. Schéele par les mêmes principes & dans les mêmes circonstances. (*Voyez* ACIDE FLUORIQUE.) Je ne doute pas que dans la suite on ne tire parti de ce procédé pour avoir en quantité le phosphate de potasse & le phosphate de soude, & essayer avec ces sels neutres des combinaisons jusqu'à présent trop négligées.

L'*acide phosphorique* pur n'a point d'action sur le quartz par la voie humide; la propriété qu'il a de se réduire lui-même en verre semble annoncer qu'il doit être par la voie sèche un dissolvant très-puissant de toutes les terres; mais l'expérience ne répond pas à cette analogie apparente. En 1779, je fis l'essai de sa vertu fondante au cours public de l'Académie de Dijon; l'acide obtenu du phosphore par combustion lente, ou, comme on l'appelle improprement, par déliquescence, fut réduit, par l'évaporation, à une consistance sèche & presque solide; il fut mêlé en cet état à partie égale, en poids, de sable vitrescible pur, il fut exposé dans un creuset pendant deux heures au feu le plus violent du fourneau de M. Macquer, & cependant le mélange ne fut pas vitrifié; on ne trouva qu'une masse blanche, poreuse, opaque, & tellement réfractaire, que partie du creuset, qui avoit coulé dessus par la violence du feu en un verre bien fondu, de couleur verte, n'avoit pu, par son contact, déterminer la fusion. (*Journ. phys. tom. XIV*, *page* 348.)

Cette observation s'accorde avec celle de M. Bergman sur le peu d'action du phosphate natif de l'urine employé comme flux pour le quartz, dans les essais au chalumeau. (*Opusc. tom. II*, *pag.* 488, *édit. franç.*)

Puisque l'*acide phosphorique* pur a si peu d'affinité avec le quartz, ce ne peut être que par son action sur les autres terres ou fondans salins qu'il attaque le verre. Suivant M. Jngenhousz, lorsqu'il est chaud, il dissout le verre exactement comme l'acide fluorique; mais on ne voit pas si son *acide phosphorique* étoit pur, & sur-tout exempt de mêlange de phosphore non décomposé. M. Priestley rapporte à ce sujet plusieurs expériences dont les circonstances sont décrites avec plus de détail, & dont les résultats sont très-intéressans.

Ce grand physicien a employé l'*acide phosphorique* obtenu du phosphore par déliquescence; il en mit de la hauteur d'un pouce dans un tube de verre de trente pouces de longueur, de $\frac{1}{3}$ de pouce de diamètre, fermé hermétiquement; il y tint l'acide bouillant pendant plusieurs heures, sans aucun changement sensible; il observa seulement, pendant l'ébullition, une vapeur blanche qui s'élevoit de quinze à dix-huit pouces au-dessus de la surface de l'acide.

Jusques là il avoit maintenu le tube dans une position verticale; mais il imagina de le retourner pour faire passer la liqueur à l'autre bout, & ayant appliqué la flamme d'une bougie à quelqu'endroit du tube, après qu'il avoit été humecté par l'acide, le verre fut à l'instant couvert d'une incrustation blanche, & ayant répété ce procédé à chaque extrémité du tube alternativement, tout devint bientôt solide, & il ne resta d'autre humidité dans le tube que ce qui étoit adhérent à ses parois, & qu'il n'étoit pas possible de faire couler. (*Suite des expér. &c. part. 1, sect. 15.*)

Nous devons à l'exactitude de ce physicien une circonstance importante, c'est que quand le tube étoit très-échauffé, on voyoit quelquefois, dans l'intérieur, des traits de lumière qui s'étendoient dans toute la longueur du tube, & qu'alors une partie du tube acquéroit toujours une légère couche de matière orangée pareille à celle qui reste sur le verre dans lequel on a brûlé du phosphore à l'air libre. Ces phénomènes ne permettent pas de douter que l'acide employé ne participât des propriétés de l'acide phosphorique phlogistiqué, ou volatil fumant, soit qu'il eût conservé du phosphore non décomposé, soit qu'il en eût reproduit par le contact de quelque substance phlogistique qui se trouvoit accidentellement dans le tube ou à la surface du verre. Après cela il n'est pas étonnant que le verre ait été un peu attaqué & couvert d'incrustations; mais il n'est pas plus aisé d'expliquer ce qu'ajoute M. Priestley, que la matière blanche trouvée dans les tubes après cette opération n'attiroit pas l'humidité de l'atmosphère, & qu'après avoir été lavée, elle ne conservoit pas d'humidité sensible: on sait que les sels formés de l'acide phosphorique phlogistiqué sont déliquescens, & il est difficile de concevoir que l'eau qui mettoit l'acide en liqueur, reste, comme le pense M. Priestley, dans la composition du sel terreux formé aux dépens de la matière vitreuse, sans le rendre plus soluble.

J'ai voulu juger, par ma propre expérience jusqu'à quel point l'*acide phosphorique* concret agissoit sur le verre: j'ai pris pour cela une petite phiole très-épaisse de verre verd (le verre blanc peut induire en erreur, à cause de la manganèse qu'il contient, & qui est chargée de phlogistique, puisqu'elle est sans couleur). J'ai rempli cette phiole d'*acide phosphorique* retiré des os, réduit à l'état de verre transparent, déliquescent & ensuite pulvérisé, c'est-à-dire le plus pur qu'on puisse se procurer de cette manière; j'ai seulement couvert l'orifice de la phiole avec un fragment de poterie bien cuite, & j'ai placé le tout dans un creuset rempli de sable quartzeux. Après une heure de feu, simplement au fourneau de fusion, j'ai trouvé la phiole déprimée en deux endroits, au surplus peu déformée; ce n'étoit plus qu'une masse vitreuse, solide, homogène, d'un verd très-tendre tirant au blanc d'opale dans son milieu, qui n'avoit plus ni saveur, ni solubilité; ainsi les deux verres s'étoient parfaitement mêlés. Il y avoit eu au commencement quelques vapeurs qui s'étoient frayé une route, comme je l'avois prévu, à travers le sable, & qui l'avoient légérement agglutiné. J'avoue que cette expérience ne peut être regardée comme absolument décisive pour le verre phosphorique pur, puisqu'il est bien certain que celui-ci contenoit en quantité du verre ourétique, & qu'il a pu influer sensiblement sur le résultat.

Le bouillonnement considérable de la terre alumineuse avec le phosphate natif dans les essais au chalumeau annonce une affinité assez marquée; aussi ai-je observé que les creusets de Hesse, dans les-

quels on pouffoit à vitrification l'*acide phofphorique* le plus pur, prenoient dans toute leur hauteur une couverte vitreufe. Je ne crois pas cependant que l'on puiffe attribuer à la formation d'un fel alumineux l'infolubilité de la maffe que je regarde comme le radical phofphorique; fi cela étoit, les creufets feroient facilement percés, ils feroient du moins entamés fenfiblement dans leur épaiffeur: bien loin de là, l'enduit vitreux n'eft que fuperficiel, & ce qui eft bien digne d'attention, il eft d'une belle tranfparence, tandis que c'eft au centre du verre phofphorique & loin des parois des creufets que l'on apperçoit quelquefois une matière plus blanche & plus opaque qui jouit de la même infolubilité.

L'*acide phofphorique* cède les bafes terreufes aux acides vitriolique, nitreux & muriatique.

Il leur cède auffi les alkalis, & même à l'acide acéteux.

Mais par la voie sèche, il décompofe les vitriols, nitres & muriates alkalins à raifon de fa fixité.

Il précipite l'argent de fa diffolution nitreufe, le mercure de fes diffolutions nitreufe & vitriolique; je ne fais ce qui a pu tromper M. Lavoifier fur le premier de ces phénomènes, mais il a été vu plufieurs fois aux cours publics de l'Académie de Dijon. *Voyez* PHOSPHATE D'ARGENT, DE MERCURE, &c.

L'*acide phofphorique* a une action marquée fur les *huiles*: mêlé à parties égales avec l'huile d'olive, il prend, par la feule agitation, une couleur fauve qui fubfifte même après la féparation; cette nuance augmente encore fi on fait digérer le mélange fur le feu, l'acide qui occupe le bas s'épaiffit, la couche d'huile qui eft en contact devient noire & comme charbonneufe; le tout acquiert une odeur forte, reffemblant à celle du mélange d'éther & d'huile de thérébentine; l'acide conferve cette odeur, même après avoir été étendu dans beaucoup d'eau & filtré; l'huile l'emporte à la diftillation. Ainfi, il eft évident que ces deux fubftances ont été réciproquement altérées, & les Académiciens de Dijon ont eu raifon de dire que cette obfervation méritoit d'être fuivie, comme pouvant donner quelque lumière fur l'huile de Dippel, qui n'eft peut-être que le produit de la combinaifon éthérée de l'*acide phofphorique* avec l'huile effentielle animale.

J'ai rapporté précédemment les obfervations bien circonftanciées des célèbres Chymiftes Margraff & Rouelle, de l'infolubilité de l'*acide phofphorique* dans l'*efprit-de vin*, propriété dont le dernier a tiré un procédé de purification de cet acide. M. Wenzel place précifément le fel acide de l'urine dans la claffe des fubftances infolubles dans l'efprit-de-vin; MM. de Laffone & Cornette difent également qu'il coagule l'*acide phofphorique* de même que la lymphe des animaux (*Acad. des Sc. 1780, pag. 512.*); & M. Schéele, dans fa differtation fur l'éther, indique encore l'efprit-de-vin comme un très-bon véhicule pour emporter à la diftillation le phofphore qui peut refter dans cet acide: cependant il y a long-temps que les Académiciens de Dijon ont averti, qu'à raifon de la mifcibilité de ces deux fluides, il ne pouvoit manquer d'y avoir une perte quand on vouloit purifier l'*acide phofphorique* par le procédé de M. Rouelle (*Elémens, &c. tom. 3, p. 339*). Cette obfervation vient d'être confirmée par M. Lavoifier, qui a mêlé en différentes proportions de l'efprit-de-vin & de l'*acide phofphorique, tantôt concentré, tantôt flegmatique*, & qui affure que les circonftances font à-peu-près les mêmes que celles du mélange de cet acide avec l'eau; *qu'il y a également chaleur*, & que le thermomètre s'élève à-peu-près au même degré (*Acad. des Sc. ann. 1780, pag. 345*). On trouve enfin, dans les tranfactions philofophiques de 1783, un mémoire où M. le duc de Chaulnes recommande de purifier le phofphate natif de l'urine par l'efprit-de-vin, & où il affure que l'acide qui refte dans la cornue après la diftillation du fel impur eft déliquefcent, que celui qui eft purifié laiffe un acide qui conferve à l'air fa tranfparence & fa folidité.

De la contrariété de ces témoignages réfulte une queftion qu'il feroit difficile de réfoudre, par la feule confidération de l'état plus ou moins pur dans lequel ces Chymiftes ont pris cet acide, puifque celui de M. Lavoifier & des Académiciens de Dijon avoit été retiré par la combuftion du phofphore. Il eft très-probable qu'il contenoit encore du phofphore non décompofé, & on fait que le phofphore eft foluble dans l'efprit-de-vin; mais on n'en conclura pas fans doute que la petite portion qu'il en diffout puiffe fervir d'intermède d'union d'une quantité d'acide bien plus confidérable.

Il paroit donc que l'*acide phofphorique* ne fe fouftrait à la loi générale, qui foumet tous les acides à la diffolution par l'efprit ardent, qu'autant qu'il perd lui-même les caractères acides, foit en prenant une bafe, foit par la privation d'une portion de fon air vital acidifiant, ce qui nous ramène encore à l'hypothèfe de la réduction de cet acide à fon principe radical vitriforme. Mais je ne me diffimule pas que ces faits, ainfi que beaucoup d'autres, doivent être remaniés dans ces vues nouvelles, avant que l'on puiffe en tirer des conféquences décifives. *Voyez* ALCOHOL PHOSPHORIQUE & ETHER.

L'action de l'*acide phofphorique* fur les matières végétales & animales eft plus ou moins vive, fuivant le degré de concentration; chargé de toute l'humidité qu'il peut prendre par déliquefcence, il eft encore capable de détruire à la longue leur tiffu & leurs couleurs.

ACIDE PHOSPHORIQUE PHLOGISTIQUÉ. Comme nous avons vu que l'acide nitreux, en fe chargeant de gas nitreux, devient acide nitreux phlogiftiqué, de même l'acide phofphorique, qui retient une certaine quantité de phofphore non décompofé, doit être appellé *acide phofphorique phlogiftiqué*; les principes

ées & les propriétés de ces deux fur-composés, ainsi que de l'acide vitriolique phlogistiqué, sont tout-à-fait analogues, c'est toujours la dissolution d'un soufre par son propre acide.

M. Sage donne à cette composition le nom d'acide phosphorique volatil fumant; M. Proust remarque très-bien que dans la distillation du phosphore il y a toujours une portion de cet acide phosphorique volatil, *qui est à l'acide phosphorique ce que l'acide sulfureux est à l'acide vitriolique*.

Il est beaucoup plus facile de préparer l'*acide phosphorique phlogistiqué* que d'obtenir cet acide exempt de toute combinaison phlogistique: il suffit de bruler rapidement le phosphore, en lui appliquant la chaleur; il s'élève sur-le-champ des vapeurs blanches suffocantes, & on trouve après la déflagration un résidu d'un rouge de grenade qui attire l'humidité de l'air, & qui se résout en partie en une liqueur acide très-pénétrante, c'est l'*acide phosphorique phlogistiqué*.

Cet acide a, de même que le phosphore, une odeur d'ail très-marquée, qui a fait penser qu'il existoit une analogie entre le phosphore, l'arsenic & le fluide électrique, dont l'odeur est en effet assez semblable; mais, comme le disent MM. de Lassone & Cornette, malgré les recherches qu'on a faites à ce sujet, il faut convenir que la similitude complette ne sauroit être admise (*Acad. des Sc. 1780, pag. 511*). Cette odeur peut venir d'une même combinaison actuelle, mais hors des corps, & seulement par la rencontre de quelques-uns de leurs principes mis en liberté; il semble qu'elle pourroit être attribuée à l'air vital saturé instantanément de phlogistique, puisque ces effets n'ont lieu que dans la combustion vive ou lente.

J'ai remarqué qu'il suffisoit de faire bouillir de l'esprit-de-vin sur l'acide phosphorique inodore, pour lui donner une forte odeur d'*acide phosphorique phlogistiqué*, qu'il conservoit même après avoir été évaporé en consistance pâteuse; & si on y verse alors de nouvel esprit-de-vin, il produit une liqueur laiteuse.

L'*acide phosphorique phlogistiqué* se décompose à la longue à l'air libre, ou pour mieux dire, il s'affoiblit; car cette décomposition ne peut s'opérer qu'autant que ce qui reste de phosphore reçoit le contact de l'air; & on sent qu'il y en a toujours une portion défendue par la liqueur. Pour réduire cet acide à l'état d'acide simple, il faudroit donc multiplier considérablement les surfaces, ou encore mieux le traiter avec l'acide nitreux, suivant le procédé que j'ai précédemment décrit d'après M. Lavoisier.

L'*acide phosphorique phlogistiqué* attaque le verre par la voie humide; mais cet effet est lent, il est foible & nullement comparable à l'action de l'acide fluorique, comme on l'a supposé pour fonder une prétendue analogie entre deux acides aussi différens. Le phénomène d'un acide affoibli par le phlogistique, qui agit plus puissamment sur le verre que l'acide simple, n'en est pas moins digne d'attention, il seroit intéressant d'examiner s'il agit réellement sur le verre, ou seulement sur ses fondans trop à nu; dans le premier cas, ce pourroit être plutôt l'effet de l'affinité du radical phosphorique que de l'acide sur-composé.

Cet acide forme aussi des combinaisons avec les bases terreuses & alkalines, mais qui crystallisent plus difficilement, qui prennent une forme gélatineuse, qui reçoivent une altération progressive du contact de l'air, c'est-à-dire, qui se comportent comme les hépars sulfureux, arsenicaux & autres substances qui admettent le phlogistique pour troisième principe.

ACIDE PRUSSIQUE. Il y a près de 60 ans que la Chymie est en possession de la matière teignante du bleu de Prusse, & de plusieurs autres sels formés du même principe, sans qu'on ait osé, pour ainsi dire, y soupçonner un acide propre de son genre, tant la chimère d'un acide unique, universel, avoit prévenu les esprits, tant les préjugés ont de force, jusques dans les sciences fondées sur l'expérience, pour détourner les conséquences naturelles des faits les mieux établis.

J'annonçai, en 1772, dans mes *Digressions académiques*, que le bleu de Prusse n'étoit pas simplement le phlogistique uni au fer; que ce composé étoit une sorte d'hépar, & qu'il pouvoit retenir une portion de l'*acide animal*. Ce fut d'après les mêmes vues, que dans les *Elémens de Chymie* de l'académie de Dijon, & dans mon *Mémoire sur les dénominations chymiques*, je proposai de substituer l'expression d'*alkali prussien* à celle d'*alkali phlogistiqué*, pour désigner *la liqueur saturée de matière colorante du bleu de Prusse*. Enfin, quelques expériences, dont je rendrai compte, m'avoient décidé à admettre dans cette liqueur un principe nouveau, à l'inscrire dans le tableau des acides, sous le nom d'*acide prussique* (*voyez ci-devant, page 32*), & à l'annoncer dans mes notes sur le second volume des *Opuscules* de M. *Bergman*, long-temps avant que j'eusse connoissance du beau travail de M. *Schéele* sur ce sujet, & de la nouvelle édition de la table des attractions électives de M. *Bergman*, où cet illustre Chymiste lui donne le rang qui lui convient, sous le nom d'*acide du bleu de Berlin*. De pareilles autorités, & sur-tout les preuves décisives que le premier a fournies sur l'existence de ce principe, ne me laissent plus aucun scrupule sur ce que pourront penser de cette innovation ces hommes aussi vains qu'ignorans, pour qui la science n'est que la tradition de l'école où ils ont pris les élémens.

Le grand nombre de faits & d'hypothèses que j'ai à rapporter m'obligent de suivre ici un ordre un peu différent. Quoique le *bleu de Prusse* & la lessive colorante soient, en quelque sorte, les matières premières dont on retire notre acide, je n'indiquerai d'abord leur préparation que dans le

précis historique de leur découverte, & seulement pour en faciliter l'intelligence, & je renverrai à en fixer les procédés après avoir recueilli les nouveaux principes qui doivent servir à les perfectionner.

Je donnerai donc, 1°. l'histoire de la découverte du *bleu de Prusse*, & des diverses opinions sur sa nature.

2°. Les expériences qui y démontrent un acide particulier.

3°. Le procédé pour l'obtenir libre.

4°. L'examen de la nature & des propriétés de cet acide.

5°. L'application de ces principes à la préparation du *bleu de Prusse*, & de la lessive colorante.

6°. Enfin, la manière d'agir de cet acide sur les bases & ses affinités.

§. I. *Découverte du bleu de Prusse, & opinions sur sa nature.*

I. *Toussaint*, dans ses observations sur la physique, a prétendu que le *bleu de Prusse* avoit été connu des anciens, & employé dans leurs peintures; mais le célèbre *Landriani* a fait voir dans sa dissertation sur le bleu de Berlin, par les témoignages de *Théophraste* & de *Pline*, & par l'analyse d'une momie égyptienne, par M. de Laval, que les anciens connoissoient le bleu d'outre-mer & le smalt ou azur de cobalt, & que le *bleu de Prusse*, qui se laisse attaquer par les substances vitrioliques & calcaires, n'auroit pu soutenir leur contact pendant tant de siècles, & conserver les belles teintes bleues que l'on admire encore aujourd'hui dans les peintures d'Herculanum.

Stahl rapporte dans ses *trois cents expériences*, &c. qu'une équivoque donna lieu à la découverte du *bleu de Prusse*. *Diesbach*, chymiste de Berlin, voulant précipiter la décoction de laque de cochenille avec l'alkali fixe, emprunta de *Dippel* un alkali du tartre, sur lequel il avoit distillé plusieurs fois son huile animale; & comme il y avoit du vitriol de mars dans la décoction de laque, la liqueur donna sur-le-champ un beau bleu au lieu d'un précipité rouge. En réfléchissant sur les circonstances de ce phénomène, on trouva aisément le procédé pour le produire à volonté, & le *bleu de Prusse* devint un objet de commerce.

Dans le temps que sa préparation étoit encore un secret, *Henckel*, travaillant sur le sel que fournit la cendre de soude (*kali geniculatum*), observa que lorsqu'on versoit des acides dans la dissolution de ce sel, il s'y formoit un dépôt pulvérulent absolument semblable au *bleu de Prusse* (*flora saturnisans*, &c.)

Le *bleu de Prusse* avoit été annoncé dès 1710 dans les mémoires de l'académie de Berlin, mais sans aucune description du procédé, que les inventeurs se réservèrent sans doute pour tirer plus d'avantage de sa fabrication; il fut publié, pour la première fois, dans les transactions philosophiques pour l'année 1724, par *Woodward*, qui déclara qu'il lui avoit été envoyé d'Allemagne par un de ses amis. C'est tout ce que l'on sait de la manière dont cette préparation a été rendue publique; on ignore si elle vient originairement des premiers inventeurs, ou si elle est due aux recherches de quelque Chymiste pour la découvrir.

La méthode indiquée par Woodward réussit très-bien; il recommande de préparer un alkali extemporané, en faisant détonner un mélange de quatre onces de nitre & quatre onces d'alkali du tartre, d'ajouter au résidu quatre onces de sang de bœuf bien desséché, de calciner le tout à un feu modéré, jusqu'à ce que le sang soit absolument réduit en charbon, ou qu'il ne donne plus de fumée capable de noircir les corps blancs que l'on lui présente, & d'augmenter le feu sur la fin, jusqu'à faire rougir médiocrement le creuset. On jette la matière toute rouge dans l'eau, on la fait bouillir pendant une demi-heure; après avoir décanté cette première eau, on en jette de nouvelle sur le résidu charbonneux que l'on fait de même bouillir; on répète ces opérations jusqu'à ce que la dernière eau soit insipide, alors toutes ces liqueurs sont réunies pour être rapprochées par l'évaporation. C'est ce que les Allemands ont nommé *lessive de sang*, les François, *lessive alkaline phlogistiquée*, & qu'il faut distinguer de celle qu'on a depuis appelée *lessive saturée de matière colorante*, dont je parlerai dans un instant.

On prépare d'autre côté une dissolution de deux onces de vitriol de mars, & de huit onces d'alun dans deux pintes d'eau bouillante; on mêle cette dissolution toute chaude avec la lessive alkaline que l'on a fait aussi chauffer; il y a grande effervescence, les liqueurs se troublent, prennent une couleur verte, tirant plus ou moins au bleu, & il s'y forme un dépôt de même couleur.

Il ne reste plus qu'à aviver cette couleur; pour cela, on verse, sur la fécule, de l'acide muriatique que l'on mêle avec soin; on en ajoute jusqu'à ce qu'on voie qu'il n'augmente plus l'intensité du bleu, on le lave ensuite jusqu'à ce que l'eau sorte insipide, & on fait sécher doucement.

Tel est le procédé par le moyen duquel on a fait de très-beau *bleu de Prusse* avant que de posséder la vraie théorie de ce produit. Il est bon de savoir comment on y est parvenu, de rappeller les diverses opinions qui l'ont précédée, & les observations dont cette matière a été enrichie par ceux qui s'en sont occupés.

II. La même année que Woodward publia le procédé, *Brown* entreprit une suite d'expériences pour en déterminer les conditions: il découvrit que la chair avoit, de même que le sang de bœuf, la propriété de phlogistiquer l'alkali, quoique le résultat ne fût pas toujours aussi constant. Il pensa que le *bleu de Prusse* n'étoit que la partie bitumi-

neuse du fer, développée par la lessive alkaline, & fixée dans la terre alumineuse.

Geoffroy adopta la même explication : il trouva que dans le règne animal, les huiles, la laine, la corne de cerf, l'éponge, disposoient l'alkali, de même que le sang, à précipiter le fer en bleu ; que dans le règne végétal, les sommités de thym, les topinambous, & quelques autres charbons végétaux traités avec l'alkali lui communiquoient à un certain point la même vertu ; ce qui lui servit à rendre raison du phénomène observé par Henckel sur le sel de soude, en supposant qu'il avoit reçu le phlogistique dans l'incinération, & qu'il précipitoit ainsi le fer dont les acides minéraux n'étoient jamais exempts.

Neuman essaya les huiles empyreumatiques animales, & les reconnut propres à cette opération.

L'abbé *Menon* imagina que la couleur du fer étoit bleue, mais que cette couleur, masquée ordinairement par quelque matière saline, reparoissoit dès qu'il en étoit séparé par le phlogistique de la lessive alkaline, & qu'ainsi le *bleu de Prusse* n'étoit que du fer précipité dans son état naturel. Il vit très-bien que la terre alumineuse ne servoit qu'à diminuer l'intensité du bleu, & à en rendre la nuance plus agréable.

Dans le mémoire que M. *Macquer* publia dans le recueil de l'académie de 1752, il établit que le *bleu de Prusse* n'étoit autre chose que du fer chargé d'une surabondance de matière inflammable que lui fournissoit l'alkali phlogistiqué. J'ai déja annoncé que cette opinion ne pouvoit plus se soutenir ; mais il n'en est pas moins vrai que c'est au travail de cet habile Chymiste que nous devons les premiers principes qui ont commencé à répandre quelque lumière sur la théorie de cette opération, & à en diriger la manipulation.

M. Macquer ayant observé, 1°. que les alkalis purs précipitoient le fer de ses dissolutions en jaune plus ou moins foncé, 2°. que ce précipité étoit soluble dans les acides, 3°. que la fécule bleue obtenue de la lessive bleue phlogistiquée après l'addition de l'acide muriatique, n'étoit pas attaquée par les acides, il conclut que le premier précipité vert n'étoit point une substance homogène, mais un assemblage de deux précipités, l'un jaune, & l'autre bleu, & qu'il suffisoit de reprendre le premier par un acide quelconque pour rendre au second toute son intensité. De là il comprit que l'acide de l'alun employé à cette préparation y étoit lui-même utile, en saturant en grande partie la portion purement alkaline de la lessive, & diminuant en proportion la quantité de précipité jaune ferrugineux.

Cet académicien s'étant de même assuré par l'expérience, d'*une part*, qu'il étoit impossible de porter l'alkali au point de saturation de la matière colorante par la calcination, de quelque manière que l'on s'y prît, & que les alkalis traités avec les substances inflammables pour faire la lessive propre au *bleu de Prusse*, restoient toujours alkalis, & même pour la plus grande partie; ayant découvert d'*autre part* que l'alkali bien pur enlevoit par la voie humide au fer métamorphosé en *bleu de Prusse* toutes les propriétés qui le faisoient différer du simple fer; ayant *enfin* éprouvé que l'alkali qui avoit opéré ce changement devenoit absolument semblable à celui qu'on avoit calciné avec des matières inflammables, pour le mettre en état de précipiter le fer en bleu ; que ses propriétés alkalines s'affoiblissoient d'autant plus qu'il se chargeoit davantage de cette matière teignante, il entreprit de le saturer complettement. L'événement justifia son attente : à force de donner du *bleu de Prusse* à décolorer à un même alkali, il le rendit tel, qu'il pouvoit bouillir sur le *bleu de Prusse*, sans en altérer aucunement la couleur; cet alkali, soumis à toutes les épreuves chymiques, se trouva n'avoir plus aucune des propriétés alkalines; & de cette découverte on tira le procédé qui nous a mis en possession de ce réactif si précieux, connu jusqu'à present sous le nom de *lessive saturée de la matière colorante* du bleu de Prusse.

Dans ses expériences multipliées sur le *bleu de Prusse*, M. Macquer saisit encore plusieurs autres circonstances importantes ; c'est que la lessive saturée n'étoit pas décomposée par l'acide vitriolique libre, qu'elle ne l'étoit pas par la dissolution d'alun, & qu'au contraire, toute substance métallique dissoute par un acide quelconque séparoit la matière phlogistique d'avec tous les alkalis fixes & volatils; d'où il conclut que dans l'opération du *bleu de Prusse*, il falloit que l'affinité du fer se réunît à celle de l'acide avec l'alkali, pour former une somme d'affinités capable de déterminer la séparation. Cette explication lumineuse d'un phénomène aussi frappant n'a pas peu contribué à établir la théorie des affinités réunies, ou *affinités doubles*.

Depuis la publication de cet excellent mémoire, il est peu de Chymistes qui n'aient fait quelques recherches sur le *bleu de Prusse*, soit pour perfectionner sa fabrication & la préparation de la liqueur teignante, soit pour ajouter ce qui manquoit encore à l'entière connoissance de ses vrais principes. Je ferai mention des travaux des premiers, lorsqu'il sera question d'en fixer les procédés, que l'on sera bien plus en état d'apprécier quand on connoîtra la nature de ces produits; il me reste à parcourir ici en peu de mots ce qui a précédé cette belle découverte.

Weisman réussit à faire du *bleu de Prusse* en traitant l'alkali avec des huiles empyreumatiques végétales, & *Model* en conclut que la suie des végétaux fournissoit, de même que le sang, des parties terreuses colorées qui s'unissoient à l'alkali. MM. *Brandt* & *Monnet* ont soutenu la même opinion. *Cartheuser* avoit également remarqué que les cendres de quelques végétaux avoient la vertu de phlogistiquer l'alkali ; *Jacobi* l'a assuré particulièrement du charbon de la vigne : M. *Spielman* dit avoir

chargé l'alkali de matière colorante par le bitume, & M. *Goettling*, très-abondamment par les agarics ou champignons du frêne & d'autres bois.

M. *Sage* a avancé que l'alkali qui servoit à précipiter le *bleu de Prusse* n'étoit autre chose qu'un alkali saturé d'acide phosphorique; mais M. *Lavoisier* remarque avec raison, que dans cette supposition le sel formé d'acide phosphorique & d'alkali, devroit précipiter la dissolution de vitriol de mars en bleu, & c'est ce qui n'arrive pas. (*Acad. des Sc.* 1777, *page* 77).

L'illustre *Bergman* (dans ses notes sur le §. 165 des leçons de Chymie de Scheffer) a aussi soupçonné que quelqu'acide animal pouvoit être la principale cause de la propriété qu'acquéroit l'alkali, il dit même avoir observé une effervescence sensible lorsqu'il versoit sur du *bleu de Prusse* de l'alkali qui n'étoit pas complettement caustique; mais il avoua que cet acide lui étoit inconnu, & se garda de le confondre avec l'acide phosphorique.

Plusieurs ont cherché des lumières sur cet objet dans l'analyse du *bleu de Prusse;* MM. *Deyeux*, *Parmentier*, *Bergman*, *Erxleben*, *Delius*, *Scopoli* en ont retiré, à la distillation, de l'alkali volatil. Les deux premiers ont cru l'avoir dégagé par l'alkali fixe & par la chaux. Il est sûr encore qu'il donne une liqueur empyreumatique, d'une odeur tout-à fait particulière, & que j'ai bien reconnue par ce qu'en dit M. Deyeux, qu'elle ne peut être comparée à aucune autre odeur.

Les observations s'accordent moins sur les autres produits de la distillation; MM. *Macquer*, *Baumé*, *Bergman*, *Erxleben* ont trouvé, ainsi que Geoffroy, une véritable huile dans le récipient; d'autres, comme MM. *Martin*, *Scopoli*, *Spielman*, *Witwer*, *Parmentier* & *Deyeux* n'ont pas apperçu la moindre trace d'huile; les deux derniers ont recueilli seulement une portion d'acide qu'ils ont reconnu pour de l'acide vitriolique à son odeur sulphureuse, & parce qu'il s'étoit sublimé en partie en état de soufre. La différence de ces résultats vient nécessairement de l'état plus ou moins pur du *bleu de Prusse*, & peut-être aussi de ce qu'il n'est pas toujours préparé de la même manière dans les différentes fabriques. M. Schéele examinant diverses espèces de *bleu de Prusse* du commerce, y a en effet trouvé des traces de soufre d'alkali volatil, d'alkali fixe & d'acide vitriolique, matières qui se rencontrent (dit-il) aussi bien dans la lessive de sang que dans la lessive de suie, & qui, lors de la préparation du *bleu de Prusse*, se fixent dans le précipité.

M. *Fontana* a observé que le *bleu de Prusse* phlogistiquoit l'acide vitriolique, & occationnoit un peu de détonnation avec le nitre.

D'autres Chymistes se sont particuliérement appliqués à l'examen de la lessive phlogistiquée: M. *Weber* l'a regardée comme une espèce de savon; M. *Léonhardi*, comme une combinaison de l'alkali fixe avec un peu d'alkali volatil & de phlogistique,

M. *Landriani* est porté à considérer ce sel comme un foie de soufre animal; ce savant physicien a recueilli de sa distillation une petite portion de liqueur sensiblement acide, de l'huile empyreumatique, & une grande quantité de fluide élastique qui étoit en partie de l'air phlogistiqué, en partie du gas inflammable ne détonnant pas avec l'air commun, mais détonnant très-fortement avec l'air vital.

M. *Brugnatelli* en a également retiré du gas inflammable, mais il assure que lorsqu'il est bien pur, il ne produit pas une détonnation sensible avec le nitre, quoiqu'il bouillonne & se boursouffle lorsqu'on le jette dans le creuset.

On pensera peut-être que je devrois rapporter ici ce qu'on a dit d'un *bleu de Prusse* natif, & des efflorescences bleues que l'on remarque quelquefois à la surface de l'humus; mais, quoique je ne veuille pas nier la possibilité d'une pareille production spontanée, il s'en faut beaucoup que l'identité d'aucune de ces substances avec notre *bleu de Prusse* soit assez bien prouvée pour y chercher des lumières sur sa nature. J'ai eu occasion d'examiner un bleu natif qui formoit une croûte un peu épaisse sur des os qui avoient été long-temps enfouis dans la terre: il ne fut pas décoloré par la lessive caustique; ce n'étoit donc pas du *bleu de Prusse*, & les circonstances de sa formation annonçoient d'ailleurs que la terre osseuse attaquée par les pyrites y avoit la plus grande part. (*Voyez* SYDEROTÈTE).

Ayant déja éprouvé que l'acide vitriolique avoit quelque action sur le sel colorant, puisqu'il prenoit à la distillation une odeur sulphureuse, j'imaginai de le traiter à la cornue avec l'acide nitreux; je ne fus pas peu surpris lorsqu'ayant arrêté la distillation, après que la moitié de la liqueur eut passé, je vis que ni la portion qui étoit dans le récipient, ni celle qui restoit dans la cornue ne précipitoient le fer en bleu, & que celle-ci donnoit, par l'évaporation, un sel neutre non déliquescent; cette expérience fut répétée à une des séances du cours de l'académie de Dijon, de 1783, & j'envoyai dans le même-temps à M. Kiraan une portion du sel obtenu par ce procédé, dont l'examen me sembloit devoir conduire à quelqu'explication satisfaisante de tant de phénomènes.

Je vis bientôt après, dans les mémoires de la société royale de Stockolm, pour 1782, les expériences par lesquelles M. Schéele étoit enfin parvenu à remplacer les conjectures par des vérités bien établies. Quand on aura suivi l'enchainement de ses preuves, on sera en état d'apprécier les différens systêmes que je viens de rappeller, on me dispensera volontiers de les discuter séparément, & on me saura gré, sans doute, de ne m'en être occupé qu'historiquement, & pour marquer en quelque sorte les périodes des progrès de la science.

§. II. *Découverte de l'acide propre de la matière colorante du bleu de Prusse.*

M. *Schéele* a compris que pour faire cesser toute incertitude sur l'existence d'un acide particulier, il falloit s'attacher à l'obtenir libre & isolé de toute base, pour le soumettre aux épreuves chymiques; on va voir comment il a atteint ce but, & les observations qui l'y ont conduit.

I. La lessive de sang, ou lessive colorante du *bleu de Prusse*, exposée pendant quelque temps à l'air, perd sa propriété de précipiter le fer en bleu, & le précipité qu'elle donne alors se dissout entièrement dans les acides. Il s'agissoit de savoir quelle altération elle éprouvoit, quelle impression elle faisoit sur l'air; M. Schéele mit un peu de cette lessive nouvellement préparée dans un grand ballon bien bouché, & il trouva, quelque temps après, que l'air qui y étoit renfermé étoit le même qu'auparavant, que la lessive n'étoit point altérée; il en conclut *que le principe colorant n'étoit pas le pur phlogistique.*

Il soupçonna que l'acide méphitique pouvoit avoir quelque part à l'altération de la lessive à l'air libre; il remplit un ballon de ce gas acide, après y avoir fait passer un peu de lessive colorante; il le tint bien bouché pendant 24 heures, & la lessive, essayée après cela, donna un précipité de fer entièrement soluble dans les acides: *l'altération est donc produite par le gas acide méphitique.*

M. Schéele a répété ces expériences, en ajoutant à la lessive colorante un peu de vitriol de mars; cette lessive ne fut plus altérée par son séjour dans le gas acide méphitique. Il en fut de même de la lessive qu'il avoit fait bouillir sur une chaux de fer précipitée par l'alkali, elle n'éprouva aucun changement dans le gas méphitique, elle précipita le fer comme auparavant. *Le fer a donc la propriété de fixer le principe colorant*, de le défendre de l'action du gas méphitique, & de là vient que le sel neutre colorant, formé de l'alkali bouilli sur le *bleu de Prusse*, ne perd pas aussi facilement ses propriétés.

Mais si l'on fait digérer la lessive colorante sur une chaux de fer complettement calcinée (comme celle que l'on retire du vitriol de mars, bouilli dans l'acide nitreux, & précipitée ensuite par l'alkali caustique), la lessive n'en dissout rien; cette digestion ne l'empêche plus d'être altérée par le gas; & si on y ajoute du vitriol, même après y avoir versé des acides par excès, on n'a point de bleu de Prusse. *Il est donc nécessaire que le fer retienne une portion de phlogistique pour fixer le principe colorant.*

Il falloit savoir maintenant ce que devenoit ce principe dans les cas où la lessive étoit altérée par le gas méphitique: pour le découvrir, M. Schéele mit dans un ballon, rempli de gas acide méphitique, de la lessive de sang; il suspendit au bouchon de liège un morceau de papier qui avoit d'abord été trempé dans la dissolution de vitriol de mars, & sur lequel il avoit ensuite étendu deux gouttes de liqueur alkaline pour précipiter le fer; le papier ayant été retiré au bout de deux heures, il se couvrit d'un très-beau bleu par l'addition d'un peu d'acide muriatique.

L'expérience répétée avec la lessive chargée par excès d'acide vitriolique a eu le même succès, c'est-à-dire, que le papier chargé de chaux de fer, & suspendu au-dessus, a été coloré en bleu par l'addition de l'acide muriatique; d'où il suit que *le principe colorant est dégagé par les acides, qu'il est dégagé sans décomposition, & encore propre à être fixé par la chaux de fer* qu'il rencontre, pourvu qu'elle ne soit pas absolument déphlogistiquée; car lorsque l'on emploie une pareille chaux, il ne se forme point de bleu, & l'acide muriatique la dissout entièrement.

Quoique les acides dégagent le principe colorant de l'alkali, il en reste cependant une quantité sensible dans la lessive, chargée par excès d'acide vitriolique, & M. Schéele a éprouvé que le même mélange rendoit l'air teignant successivement dans plusieurs ballons.

II. Le *bleu de Prusse* traité à la distillation, d'abord avec l'acide vitriolique, ensuite seul, a fourni à ce Chymiste de nouvelles preuves de ces premiers apperçus.

Avec l'acide vitriolique, la première portion de liqueur qui passa dans le récipient à un feu doux, tenoit bien un peu d'acide vitriolique, puisqu'elle précipita la terre barotique; mais en y jettant une chaux de fer non complettement déphlogistiquée, ou précipité du vitriol de mars, & y ajoutant, une heure après, quelques gouttes d'acide vitriolique, il obtint un beau bleu. Cette même liqueur perdit absolument toute propriété colorante à l'air libre; le second produit de la distillation n'étoit que de l'eau pure mêlée d'acide vitriolique.

Le *bleu de Prusse* distillé *seul* lui donna une liqueur qui avoit l'odeur de l'alkali volatil retiré de la corne de cerf, qui précipita le vitriol de mars, & qui prit une couleur bleue par l'addition d'un acide. L'air du récipient se trouva chargé d'acide méphitique, d'alkali volatil, & de principe colorant; la matière restée dans la cornue étoit attirable à l'aimant, & donna du gas hépatique lorsqu'on y versa quelqu'acide.

Ce n'étoit encore là qu'une analyse de matière impure & bien différente du *bleu de Prusse* préparé exprès dans le laboratoire, comme on le verra dans la suite, cependant l'auteur pouvoit déja en conclure que le *principe colorant étoit, au moins en partie, dégagé par les acides ou par la chaleur, sans se décomposer*; de sorte qu'il ne restoit plus qu'à chercher la manière de le recueillir exempt de parties hétérogènes.

III. Le ſel neutre, connu ſous le nom d'*alkali phlogiſtiqué*, d'*alkali pruſſique*, que l'on retire de la leſſive de ſang, fut eſſayé par M. Schéele dans ce deſſein : il reconnut que ce ſel étoit compoſé du principe colorant, de chaux de fer & d'alkali. Il en fit diſſoudre une once dans quatre onces d'eau, & le mit dans une cornue de verre avec trois gros d'acide vitriolique concentré ; dès que le mêlange commença à bouillir, la liqueur s'épaiſſit par la quantité de *bleu de Pruſſe* qui ſe ſépara ; une odeur ſemblable à celle de l'eau chargée du principe colorant ſe fit ſentir à travers le lut ; l'air du récipient étoit effectivement imprégné de ce principe, & la liqueur reſtée dans la cornue en étoit complettement épuiſée, quoique la diſtillation eût été arrêtée après qu'il eût paſſé une once d'eau. Le *bleu de Pruſſe* qui s'étoit dépoſé fut ſéparé par le filtre, mis à digérer dans la diſſolution de potaſſe, & cette liqueur traitée de même à la diſtillation avec l'acide vitriolique fournit encore une portion de précipité de *bleu de Pruſſe*, & du principe colorant dans l'air & dans l'eau du récipient. Cette portion de *bleu de Pruſſe*, remiſe en digeſtion dans l'alkali, & diſtillée une troiſième fois avec l'acide vitriolique, préſenta les mêmes phénomènes: il étoit donc évident qu'après pluſieurs extractions & diſtillations répétées, *tout le bleu de Pruſſe ſeroit enfin détruit*, & le fer réduit à l'état de chaux martiale ordinaire.

Je ſupprime pluſieurs autres expériences, dans leſquelles ce célèbre Chymiſte réuſſit également à dégager le principe colorant, & qui ſeront mieux placées ailleurs. Ayant remarqué dans un de ſes eſſais, 1°. que le muriate mercuriel doux devenoit noir dans l'air impregné du principe colorant volatil, ainſi que dans l'eau qui en étoit chargée, & que cette liqueur prenoit un goût acide mercuriel ; 2°. que cette ſaveur acide venoit de l'acide muriatique, dégagé de ſa baſe par le principe colorant ; 3°. que le nouveau compoſé formé de ce principe uni à la chaux de mercure, avoit la propriété de laiſſer aller à la diſtillation ce principe pur ; il s'arrêta au procédé ſuivant, qui lui parut le plus expéditif & le plus avantageux.

§. III. *Procédé de M.* Schéele, *pour obtenir l'*acide pruſſique *libre & pur.*

On met dans une cucurbite de verre deux onces de *bleu de Pruſſe* pulvériſé, une once de précipité rouge ou chaux de mercure préparée avec l'acide nitreux, & ſix onces d'eau. On fait bouillir ce mêlange pendant quelques minutes, en les remuant continuellement ; alors il prend une couleur jaune tirant au verd. On verſe le tout ſur un filtre, & on jette ſur le réſidu deux onces d'eau bouillante pour en faire l'élixation complette.

Cette liqueur eſt une diſſolution de pruſſite mercuriel, qui a en effet la ſaveur métallique, qui n'eſt précipitée ni par les acides, ni par les alkalis, dont le mercure eſt réduit par une longue digeſtion avec d'autres ſubſtances métalliques, à cauſe de la double affinité.

On verſe cette diſſolution dans un flacon, dans lequel on a mis une demi-once de limaille de fer, récente & non rouillée ; on y ajoute trois gros d'acide vitriolique concentré, & on agite fortement pendant quelques minutes : le mêlange devient tout noir par la réduction du mercure (j'ai éprouvé que le mercure ſe revivifioit dans cette opération au point de tacher l'or ſur-le-champ) la liqueur ſe trouve avoir perdu toute ſa ſaveur mercurielle, elle manifeſte l'odeur particulière à la leſſive colorante, que l'on compare à celle de la fleur de pêcher. Après l'avoir laiſſé repoſer quelque temps, on la décante, on la met dans une cornue, à laquelle on adapte un récipient bien lutté, & on diſtille à un feu très-doux. Il ſuffit de faire paſſer le quart de la liqueur, parce que le principe colorant eſt bien plus volatil que l'eau, & qu'il s'élève en conſéquence le premier.

Le produit de cette première diſtillation tient ordinairement un peu d'acide vitriolique, *on le rectifie* en le rediſtillant toujours à un feu très-doux ſur de la craie pulvériſée qui retient l'acide vitriolique & on a *pour lors l'acide pruſſique dans ſa plus grande pureté.*

Il n'y a pas à craindre que dans cette rectification la terre calcaire retienne l'*acide pruſſique* ; l'acide méphitique qu'elle porte avec elle a la propriété de le dégager de la baſe terreuſe, tout de même que de la baſe alkaline.

M. Schéele recommande de lutter avec ſoin les vaiſſaux dans ces diſtillations, pour empêcher la perte de l'acide qui eſt très-fugace, de mettre un peu d'eau dans les récipiens, d'employer de petits récipiens pour que l'air qu'ils contiennent n'en abſorbe pas une trop grande quantité, enfin de les diſpoſer de façon que la matière volatile ſoit promptement abſorbée dans l'eau froide. On voit par-là qu'il ſeroit très-avantageux d'environner ces récipiens de glace, & que ce ſeroit le moyen d'obtenir l'*acide pruſſique* dans un état de concentration plus favorable à l'examen de ſes propriétés.

§. IV. *De la nature & des propriétés de l'*acide pruſſique.

I. La liqueur obtenue par le procédé qui vient d'être décrit a une odeur particulière qui n'eſt pas déſagréable, une ſaveur qui tourne au doux, qui eſt un peu chaude à la bouche, & qui en même-temps excite la toux.

Cette liqueur ne produit ſur les papiers réactifs aucune des altérations qui annoncent la préſence des ſubſtances acides ou alkalines ; elle n'a pas plus de vertu que l'acide méphitique pour enlever aux alkalis, lors même qu'elle y eſt par excès, la propriété de verdir les couleurs bleues végétales ; cependant elle trouble les diſſolutions de ſavon &

d'hépar de soufre. Voilà donc une nouvelle preuve de ce que j'ai dit à l'article *acide*, que l'altération du bleu en rouge par les acides étoit simplement une propriété & non un caractère, puisqu'il est d'ailleurs évident que le principe dont il s'agit fait ici & en plusieurs occasions fonction d'acide, & qu'il jouit de la force dissolvante, qui est leur qualité essentielle.

Nous avons vu jusqu'à présent que tous les acides se rapprochoient par une condition qui les caractérise encore plus spécialement, celle d'admettre dans leur composition une portion d'air vital, que nous appellons par cette raison, principe acidifiant commun; on ne peut pas douter qu'il n'existe aussi dans notre liqueur colorante; & quoique M. Schéele ne le dise pas précisément, je n'irai pas en chercher les preuves ailleurs que dans les belles expériences que ce grand Chymiste a entreprises pour résoudre ce composé en ses parties constituantes. Cette analyse servira en même-temps à concilier les observations diverses dont j'ai fait état dans le premier paragraphe, à fixer les opinions sur les problêmes que leurs auteurs ont laissés, à diriger la préparation & la rectification d'une matière devenue précieuse comme réactif ou liqueur d'épreuve, à déterminer enfin le degré de confiance, qu'elle mérite, & les applications utiles que l'on en peut faire.

II. *L'alkali volatil* est une des parties constituantes de l'*acide prussique* : pour s'en assurer, le célèbre académicien de Stockolm ne s'est pas borné à distiller le bleu de Prusse du commerce ou la liqueur d'épreuve ordinaire, il a préparé exprès du *bleu de Prusse* très-pur de la manière suivante.

Il avoit remarqué que l'*acide prussique* dégagé par le procédé ci-devant décrit étoit en quelque sorte mieux saturé par la chaux que par les bases alkalines, quoique cette combinaison restituât encore la couleur bleue au papier de tournesol, altéré en rouge, c'est-à-dire qu'il donnât des signes d'alkalinité. Il adopta en conséquence cette préparation pour sa *liqueur colorante d'épreuve*, que j'appellerai désormais *prussite calcaire* suivant nos regles de dénomination; il le purifia de la portion de chaux que l'eau elle-même avoit prise pendant la digestion, en la précipitant par une juste quantité d'eau chargée d'acide méphitique; il filtra de nouveau la liqueur, & il observa de la tenir dans des flacons exactement bouchés pour la défendre du contact du gas méphitique qui la décompose facilement.

Ayant mêlé ce prussite calcaire, en liqueur, à la dissolution de vitriol de mars, il y eut sur-le-champ décomposition par double affinité, & il se déposa un très-beau bleu de Prusse, qui fut bien lavé & séché.

M. Schéele mit ce *bleu de Prusse* dans une cornue de verre; il y adapta un récipient, dans lequel il y avoit un peu d'eau, & poussa le feu jusqu'à faire rougir le fond de la cornue. Après la distillation, il trouva que l'eau du récipient étoit chargée d'*acide prussique* & d'*alkali volatil* sans aucune trace d'huile; que l'air du récipient étoit imprégné d'*acide prussique* & d'acide méphitique; que le résidu dans la cornue étoit noir & attirable à l'aimant.

Pour confirmer ce résultat, M. Schéele soumit à la même opération différens métaux précipités de leurs dissolutions par le prussite calcaire, c'est-à-dire, d'autres prussites métalliques. Le prussite mercuriel lui donna à peine quelques traces d'alkali volatil, mais les prussites de zinc, de cobalt & d'argent lui en donnèrent autant que le prussite martial, ou le *bleu de Prusse*, & le prussite de cuivre en quantité plus considérable.

Deux autres expériences ingénieuses du même auteur appuient cette conclusion par synthèse. 1°. Il fit deux mêlanges, chacun de trois cuillerées de charbon pulvérisé, & de pareille quantité d'alkali du tartre; il les mit dans deux creusets pareils, qu'il plaça en même-temps au milieu des charbons ardens; après les avoir tenus rouges pendant un quart d'heure, il en prit un qu'il renversa tout de suite dans huit onces d'eau; il mit dans l'autre une demie-once de sel ammoniac en petits morceaux, qu'il remua promptement, en les pressant vers le fond, & remit sur-le-champ le creuset au feu. Comme il vit qu'au bout de deux minutes il ne donnoit plus de vapeurs ammoniacales sensibles, il jetta toute la masse encore rouge dans huit onces d'eau. La lessive de la matière du *premier* creuset ne donna presque point de traces de bleu avec le vitriol de mars, même en y ajoutant des acides; la lessive de la matière du *second* se comporta comme la meilleure lessive de sang, & donna beaucoup de bleu dans la dissolution de vitriol de mars par l'addition d'un acide.

2°. Au lieu de charbon, M. Schéele employa de la plombagine pulvérisée, qu'il traita avec l'alkali du tartre, comme dans la seconde préparation de l'expérience précédente, en y ajoutant de même du sel ammoniac, & il obtint une liqueur qui précipita le fer comme une lessive de sang un peu foible.

Ainsi l'alkali volatil est très-certainement une des parties constituantes de l'*acide prussique*.

III. *L'huile* existe-t-elle aussi essentiellement dans sa composition? Nous avons vû que les Chymistes étoient très-partagés sur cette question, & M. Schéele a été porté à croire qu'il y avoit au moins quelque chose d'huileux, sur-tout lorsqu'il vit qu'en faisant dissoudre un peu de vitriol de mars dans l'esprit de corne de cerf nouvellement distillé, & y ajoutant de l'acide muriatique, il se formoit un précipité de *bleu de Prusse*; mais ayant distillé à siccité du sang de bœuf desséché & poussé le feu jusqu'à faire rougir la cornue, la liqueur du récipient, séparée par le filtre de l'huile empireumatique, lui donna de même un précipité bleu

avec le vitriol de mars & l'acide muriatique. D'autre part, il tint en digestion de l'*acide prussique* avec de l'acide vitriolique concentré, & le dernier ne se colora pas, ce qui seroit arrivé si le premier avoit tenu quelque substance huileuse.

M. Schéele alla encore plus loin; il essaya la combinaison directe de l'alkali volatil avec les matières huileuses; il distilla le mephite ammoniacal ou l'alkali volatil concret avec les huiles grasses, avec les graisses animales, avec l'huile de thérébentine; il traita encore à la distallation un mélange de chaux pur, de sel ammoniac & de sain-doux; un pareil mélange avec une partie d'huile de corne de cerf; un autre de potasse, de sel ammoniac, d'huile empireumatique & de sain-doux: toutes ces tentatives furent inutiles, les liqueurs obtenues de ces distillations, qui étoient chargées d'alkali volatil & d'huile, ne donnèrent pas un atôme de *bleu de Prusse*. Au contraire, quand il employa avec la potasse la matière charbonneuse trouvée dans la cornue, après la distillation du sang poussé à siccité, & même au rouge, ce mêlange traité au creuset, à la manière ordinaire, lui donna un très-beau bleu.

Ajoutons ici que M. le chevalier Landriani a également tiré une lessive colorante du charbon qui reste dans la cornue après la distillation de la corne de cerf.

Rappellons enfin ce que j'ai dit plus haut, d'après M. Schéele, du fer précipité en bleu par l'alkali calciné avec la plombagine & le sel ammoniac, c'est-à-dire sans aucune substance que l'on puisse soupçonner tenir de l'huile, & nous n'hésiterons pas de conclure avec ce célèbre Chymiste que *l'huile n'est nullement nécessaire à la production de la matière colorante ou de l'acide prussique.*

IV. Il entre une portion de *phlogistique* dans la composition de l'*acide prussique*; les preuves sont aussi multipliées que décisives sur ce fait, & sa liaison, nécessaire avec les phénomènes qui tiennent à la même cause, n'est pas un des moindres argumens à opposer à ceux qui regardent ce principe de Sthal comme purement hypothétique.

M. Schéele voulant transvaser dans un flacon la liqueur obtenue de la distillation du sel neutre, tiré de la lessive de sang, approcha par hasard une chandelle allumée de l'orifice du récipient; à l'instant l'air qu'il contenoit s'enflamma, cependant sans explosion, & il le ralluma plusieurs fois de suite.

Une autre fois, ayant distillé dans une cornue de verre le principe colorant pur, ou *acide prussique*, & donné à dessein un coup de feu violent dès le commencement, tout le récipient se remplit de vapeurs qui s'allumèrent à l'approche d'un peu de soufre enflammé; l'action de la chaleur avoit donc décomposé une portion de l'acide & mis en liberté par cette analyse un peu de cette matière qui existe dans le charbon, dans les soufres, qui exerce une affinité si puissante sur l'air vital, en un mot une vraie substance combustible.

Cette substance combustible a encore la propriété de réduire tous les métaux; il n'y a que son contact immédiat qui puisse réduire les métaux imparfaits, elle se manifeste également ici par cette propriété. Nous avons déja dit que le résidu du prussite martial traité à la cornue, & poussé à siccité, étoit attirable à l'aimant. M. Schéele a trouvé dans le même état de réduction les résidus des prussites d'argent, de mercure & de cuivre. Ne parlons pas des deux premiers, qui peuvent se revivifier par la seule chaleur; mais il est évident que le fer & le cuivre n'ont été rétablis en état de métal qu'ils avoient perdu dans la combinaison saline, que parce qu'ils ont été à portée de saisir un peu de ce principe à-la-fois combustible & métallisant. La même chose arrive à l'acète de cuivre & aux autres sels métalliques qui fournissent du phlogistique pendant la décomposition de leur acide par le feu.

Il paroît même que ce n'est pas ici la seule chaleur qui opère la décomposition, & que la volatilité de l'*acide prussique* le soustrairoit à son action sans l'affinité que la chaux métallique exerce sur le phlogistique qu'il est disposé à abandonner; en effet, dans la distillation de tous les prussites métalliques, il passe toujours une quantité d'acide non décomposé; ce qui vient, suivant M. Schéele, de ce que la chaux du métal ne peut retenir & fixer le phlogistique de tout l'acide; & la preuve que ce n'est pas ici une vaine supposition, c'est que si l'on met en même-temps dans la cornue une matière avide de phlogistique, telle que la chaux noire de manganèse, & en suffisante quantité, tout l'acide est alors décomposé, l'air du récipient n'en est plus imprégné, & on n'y trouve que du méphite ammoniacal ou alkali volatil concret.

Comme il a été précédemment bien établi que l'on pouvoit obtenir le principe colorant sans le concours d'aucune substance huileuse, & même avec la plombagine, il ne peut plus y avoir d'équivoque sur l'état du phlogistique dans cette combinaison, dont les produits bien rectifiés sont constamment identiques, quelques matériaux que l'on ait employés à leur préparation. Quoiqu'il soit vrai (dit encore M. Schéele) que de la distillation de toute huile on puisse retirer du gas méphitique & du phlogistique, il est également certain qu'elle contient en même-temps de l'eau intimement combinée avec ses autres parties constituantes, & il faut précisément que cette eau soit séparée des deux autres principes avant que leur combinaison parfaite avec l'alkali volatil puisse avoir lieu.

Ce n'est donc ni de l'huile, ni un principe inflammable huileux, mais du vrai phlogistique tel qu'il existe dans le soufre & les métaux, qui est fixé dans cet acide. Nous verrons bientôt l'idée que

que l'illustre Bergman a proposée sur l'influence de ce principe dans les propriétés de ce composé.

IV. L'analyse de cet acide par le feu, ainsi que de tous les sels doubles ou triples qui en sont formés, donne un *fluide aériforme* : je ne citerai pas à ce sujet les expériences dont les résultats peuvent être incertains, à cause d'un mêlange accidentel de substance huileuse, ou autres matières hétérogènes. Celle de M. Brugnatelli me paroit devoir être distinguée, puisqu'elle a été faite sur le sel neutre trouvé après la distillation de la lessive de sang, redissous & crystallisé; l'ayant remis dans une cornue & procédé à la distillation avec l'appareil pneumatique, il a obtenu beaucoup de fluide élastique, dont la plus grande partie étoit du gas inflammable brûlant avec une flamme bleue, & le surplus de l'*air nuisible ou phlogistiqué* ; le sel n'avoit même pas été entiérement décomposé, puisque la liqueur produite par déliquescence spontanée du résidu donna encore un très-beau bleu, lorsqu'elle fut mêlée avec les acides. (*Crell*, *Annales chymiques*, 1784, *part. IV*, *page 306*).

Nous avons vu, d'autre côté, que le bleu de Prusse *préparé exprès* par M. Schéele lui avoit fourni à la distillation du *gas acide méphitique* ; il en recueillit également de tous les autres prussites métalliques qu'il soumit à cette analyse, même du prussite d'argent ; à la vérité il n'en fait pas état dans les produits de la distillation du prussite mercuriel, mais cela n'est pas surprenant, puisqu'il n'y eut presque point de décomposition, le sel s'étant sublimé tout entier.

Enfin, le même Chymiste a distillé l'*acide prussique* seul, il l'a surpris par un coup de feu capable de le décomposer, au moins en partie, avant qu'il pût se volatiliser; il a enflammé les vapeurs que contenoient le récipient; après leur combustion, l'eau de chaux introduite fut sur-le-champ précipitée, & l'on ne peut soupçonner que l'acide méphitique eût été fourni par la chandelle qui avoit allumé le gas, puisque M. Schéele avoit eu la précaution de n'y porter le feu qu'avec un peu de soufre.

Puisqu'il est acquis que l'analyse de notre acide fournit un fluide aériforme de la nature de l'air vicié, ou du moins de l'acide méphitique, il ne reste plus qu'à examiner si ce dernier existe tout formé dans ce composé, ou s'il n'y existe pas plutôt en état d'air vital, & s'il n'est pas réellement converti en gas acide méphitique dans l'acte du dégagement, comme nous en avons tant d'exemples.

M. Schéele n'a pas hésité d'adopter la première opinion conséquemment au systême qu'il avoit précédemment établi, que l'air vital étoit lui-même un composé d'acide méphitique & de phlogistique. (*Traité du feu*, §. 93, *&c.*) Mais de nouvelles expériences paroissent avoir mis présentement hors de doute des principes tout différens. (*Voyez* AIR VITAL & ACIDE MÉPHITIQUE) ; & si on est forcé d'admettre que l'air vital principe acidifiant se convertit au contraire en gas acide méphitique toutes les fois qu'il se trouve en contact avec des matières phlogistiques, on n'aura pas de peine à croire que cette conversion s'opère ici réellement comme dans l'analyse de la plupart des autres acides, où nous avons eu les moyens de la rendre moins équivoque, en la déterminant ou l'empêchant à volonté.

J'appuierai cette conclusion par une observation particulière, à l'acide dont il s'agit, & qui me paroit assez décisive ; c'est que M. Schéele avoue, ou plutôt démontre, que les sels formés de cet acide par simple combinaison sont facilement décomposés par l'acide méphitique, qui le déplace & s'empare de leurs bases; au lieu qu'il ne les décompose plus quand on les a mis à l'état de trisules par l'addition d'une autre base métallique. Il n'est pas aisé de concevoir comment l'acide méphitique pourroit se déplacer en quelque sorte lui-même dans les premiers, & en même-temps ne pas toucher aux seconds qui, dans cette hypothèse, lui présenteroient cependant une nouvelle base à saturer, & d'autant moins neutralisée, que le dissolvant est devenu plus composé.

Au surplus, le gas méphitique ne jouissant lui-même des propriétés acides que parce qu'il recèle l'air vital acidifiant, il n'en seroit pas moins vrai que ce principe existeroit dans l'*acide prussique*, quand il faudroit admettre qu'il y entre déja combiné. Cette hypothèse ne feroit donc que changer l'ordre de composition, car il est bien évident que l'acide colorant n'est pas un simple méphite ammoniacal, & qu'ainsi l'alkali volatil n'y entre lui-même que modifié d'avance par une autre substance.

V. De tout ceci on peut conclure que l'*acide prussique* est composé, comme tous les autres acides, d'un radical ou base acidifiable, & de l'*air vital* principe acidifiant; que la seule différence qui s'y rencontre, est que ce radical, au lieu d'être, comme dans les autres acides connus, une substance plus simple, un élément chymique, nous présente l'exemple nouveau d'une base acidifiable plus composée, que l'art peut résoudre en ses parties constituantes, qui sont l'*alkali volatil* & le *phlogistique*.

M. Bergman croit que c'est à la présence du phlogistique intimement uni que l'on doit attribuer la propriété de ce composé de se montrer *presque neutre*, & cependant de faire fonction d'acide simple sans souffrir aucune décomposition. (*Diss. des attractions électives*, §. 34). Je pense, comme lui, que ce seroit un phenomène bien digne d'attention, & je ne serois point éloigné d'en admettre la réalité, ou du moins la possibilité dans les acides *boracin* & *ourétique*, dont les bases acidifiables n'ont pu encore être analysées ; mais l'application qu'il en fait à l'*acide prussique* ne peut plus être admise, dès qu'on est parvenu

à en recueillir séparément le phlogistique, & qu'au lieu d'un acide plus à nu, la décomposition n'a laissé voir dans ses autres produits que des matières déja connues qui, par leur réunion, constituoient l'acide même.

§. V. *Application de ces principes à la préparation du* bleu de Prusse, *& d'une liqueur d'épreuve pour les précipités métalliques.*

Dans les combinaisons qu'il nous reste à examiner, nous considérerons le principe colorant qui y fait fonction d'acide comme un être simple, ainsi que l'on est convenu de le pratiquer toutes les fois que la substance qui se combine n'éprouve aucune altération dans sa composition. Mais cet acide est susceptible de s'unir directement à une seule base, ou d'en prendre deux à-la-fois: il est donc indispensable de distinguer, par des dénominations appropriées, les sels qui se trouvent dans l'une ou dans l'autre de ces conditions; ainsi nous appellerons simplement les premiers *prussites*, avec l'expression de la base, & les seconds *prussites trisules*, en nous réservant d'indiquer aussi spécifiquement le troisième corps ou la base surcomposante, lorsque cela sera nécessaire. *Voyez* PRUSSITE DE POTASSE, PRUSSITE MERCURIEL, PRUSSITE TRISULE DE POTASSE, &c.

I. Le *bleu de Prusse* n'est, comme on l'a vu, qu'un prussite martial, résultant de la combinaison de notre acide avec la chaux de fer. Cette matière se prépare en grand pour les arts: je ne m'occuperai pas ici de cette fabrication, dont les procédés sont décrits à l'article *bleu de Prusse* du dictionnaire des *arts & métiers*, faisant partie de l'encyclopédie méthodique; mais il ne sera pas inutile de présenter quelques vues pour corriger & perfectionner les opérations qui en dépendent, & même un précis de quelques procédés des fabriques étrangères, dont il paroît que le rédacteur de cet article n'a pas eu connoissance.

Le *choix des matières* qui doivent fournir l'acide colorant est un des points les plus importans: on ne peut douter, après les témoignages de tant d'observateurs, que les charbons de matières végétales ne donnent aussi à l'alkali la propriété de précipiter le fer en bleu, & on ne doit pas en être étonné, s'il est vrai, comme le dit M. Sennebier, que la partie verte résineuse des plantes fournit de l'alkali volatil; mais on convient généralement que les charbons des végétaux ne donnent que très-peu de matière colorante. M. Brugnatelli prétend même avoir éprouvé que le fer qu'elle précipitoit perdoit sa couleur dans les acides. Si dans d'autres expériences on en a obtenu un peu plus abondamment, il faut l'attribuer à quelque mélange étranger de parties animales, & ce phénomène ne peut servir qu'à ajouter une nouvelle preuve de la dispersion infinie, & de la confusion habituelle des substances des trois règnes, que nous avons déja eu si souvent occasion de remarquer. Aussi M. Weber ne craint-il pas de taxer d'erreur ce qui avoit été annoncé dans le recueil intitulé: *Hamburg magasin*, que l'on fabriquoit en Angleterre le *bleu de Prusse* avec le charbon de bois & sans matière animale. (*Fabriken und kunste.*)

La *suie*, celle même qui est produite par la combustion des végétaux, ne doit pas être considérée comme une simple matière charbonneuse; il est évident que les principes volatils qui se trouvent en si petite quantité dans les charbons ordinaires sont ici accumulés par l'effet même de la sublimation; aussi toutes les suies donnent-elles, dans leur analyse, de l'alkali volatil. M. Weber assure que deux onces de suie de tourbe d'Hollande ont produit, par la sublimation, cinq gros de sel ammoniac. C'en est assez pour faire croire que les suies peuvent réellement être employées avec avantage, puisqu'elles tiennent le principe ammoniacal & le phlogistique, seuls matériaux véritablement nécessaires, suivant les expériences de M. Schéele; de sorte que s'il étoit possible de suppléer ce qui manque d'alkali volatil au charbon de bois, sans augmenter de beaucoup la dépense, l'usage en feroit aussi bon que de toute autre matière. Nous ne savons pas si cette circonstance n'a pas été omise ou dissimulée dans ce qui a été publié de la fabrication des Anglois. Il est sûr que si on parvenoit, au moyen de quelque addition de cette nature, à saturer entièrement l'alkali du principe colorant, ou seulement à approcher davantage du point de saturation (ce qui a été tenté jusqu'à présent sans succès), on seroit bien dédommagé de cette dépense, puisqu'elle dispenseroit de beaucoup d'autres opérations au moins aussi dispendieuses.

En attendant, les observations s'accordent avec la théorie pour recommander par préférence l'usage des *charbons de matières animales*. La plupart se servent du sang de bœuf, & il faut convenir qu'on n'a encore rien trouvé de meilleur, mais sa déssication est une opération longue & pénible par l'odeur qu'il exhale. Le travail est bien moins considérable en employant des substances sèches, commme les *cornes*, les *ongles*, les *poils*, les *cuirs* des animaux. Il y a près de quinze ans que j'obtins une très-bonne lessive colorante du poil de bœuf. (*Journ. phys. tom. VI, page 355.*)

M. Delius avoit annoncé en 1778 que les *cheveux* remplaçoient avantageusement le sang desséché, & il vient de publier, dans les annales chymiques de M. Crell, que le *crotin* de cheval réussissoit très-bien quand on ne poussoit pas trop la calcination, qui faisoit passer assez promptement le fourrage & l'avoine mal digérés à l'état de pur alkali.

Il y a diverses pratiques pour la *calcination* de ces matières: les uns les réduisent d'abord en charbon séparément, d'autres, suivant M. Baunach (*Journal*

phys. tom. XI, page 313), les distillent dans des cornues de fer pour en recueillir les produits qu'ils débitent sous le nom d'esprit ou d'huile de corne de cerf; d'autres enfin font d'abord macérer dans la potasse les cornes & les cuirs coupés en petits morceaux. La première méthode est la plus simple & la plus généralement adoptée; la seconde peut être plus avantageuse si les produits que l'on recueille de la distillation dédommagent complettement de toute la manutention qu'elle exige. M. Weber condamne absolument la troisième, comme ne servant qu'à fixer l'huile animale en la mettant à l'état savonneux, d'où il résulte un bleu plus sale. J'observerai cependant que si on poussoit cette première calcination jusqu'à en faire partir toute l'huile, il ne resteroit plus d'alkali volatil dans le résidu charbonneux, ou du moins qu'une portion insensible, & dans les principes que nous avons établis, c'est une condition essentielle que la matière animale en retienne autant qu'il est possible, puisque ce doit être une des parties constituantes de l'acide teignant; d'où il résulte que cette première calcination ne doit être, à dire vrai, qu'une simple *déssication*, que par conséquent il est impossible d'en extraire complettement l'huile, & qu'en cherchant à atteindre ce but, on appauvriroit en proportion le résidu, de l'alkali volatil, qui est la partie la plus essentielle, & qui n'acquiert quelque fixité que par sa combinaison avec l'alkali fixe & le phlogistique. Il y a toute apparence que c'est pour avoir poussé trop loin cette calcination que quelques Chymistes ont nié la possibilité de retirer une lessive colorante de certaines matières qui en ont fourni à d'autres abondamment. Le troisième procédé paroît donc le plus fondé en théorie; où si la macération présente quelqu'embarras à cause de l'évaporation de la liqueur, on peut mêler simplement de la potasse sèche avec les matières à calciner, en observant de n'en pas mettre assez pour empêcher la torréfaction de l'huile.

On regarde communément les *vaisseaux de fer* comme les plus avantageux pour toutes les opérations du *bleu de Prusse*; ceux qui ont fait cette observation pratique ne soupçonnoient pas, sans doute, que c'est en effet à la présence d'une portion de terre martiale que la lessive colorante doit la propriété de se conserver à l'air libre; non-seulement il est probable que ces vaisseaux, sans cesse exposés à l'action du feu & des substances salines, peuvent contribuer à fournir cet intermède, mais il seroit bon d'essayer encore si en portant dans la calcination de l'alkali avec le charbon animal un peu de fer dans le juste état de déphlogistication qui convient à cette combinaison, on ne réussiroit pas à fixer en effet plus de principe colorant, & à obtenir une lessive plus saturée. M. Schéele a reconnu que cette lessive se chargeoit de fer quand on la faisoit bouillir dans des vaisseaux de ce métal; elle seroit donc d'autant moins susceptible de se décomposer par la chaleur.

La qualité du *vitriol de mars* influe nécessairement sur celle de la couleur du produit; il y en a qui est très-chargé de cuivre, & nous verrons que le vitriol de cuivre donne, avec l'*acide prussique*, un précipité jaune, qui de plus est soluble dans l'acide muriatique.

J'ai indiqué précédemment à quoi servoit l'*alun* dans la préparation du *bleu de Prusse*; c'est une grande faute, suivant M. Weber, de mêler tout-à-la-fois dans les dissolutions de vitriol de mars & d'alun la lessive colorante; il en résulte que l'alkali libre de cette lessive précipite une portion considérable de terre martiale avant qu'elle soit colorée, au lieu que quand on verse d'abord séparément la dissolution d'alun dans la lessive, elle ne décompose plus de vitriol de mars que ce qu'elle peut précipiter en bleu. Il y a donc nécessairement une économie sur les matières, le produit est moins chargé de terre martiale jaune qui en altère la couleur, & même on est plus sûr d'atteindre en quelque sorte le point de saturation de la lessive colorante; car cette lessive ne décompose l'alun qu'autant qu'il y reste de l'alkali libre, & le mélange, sans décomposition, indique dès-lors le terme où l'on doit s'arrêter. On ne peut se dissimuler que ces remarques sont très-judicieuses; tout ce qui pourroit arriver de cette pratique seroit que la proportion de terre alumineuse, necessaire à cette saturation, pourroit rendre la nuance du bleu trop foible, ou que les matières ne se mêleroient peut-être pas aussi également que quand elles sont précipitées en même-temps; on remédieroit en partie à ce dernier inconvénient en agitant la lessive, au point d'y tenir la terre alumineuse suspendue au moment de la précipitation du fer.

L'avivage du *bleu de Prusse* par les acides n'est pas lui-même exempt de difficultés: cette opération doit se borner à redissoudre la terre martiale non colorée, & on sent que plus l'acide redissout de terre alumineuse, plus il y a de consommation d'acide en pure perte, & de diminution sur le produit. On donne la préférence à l'acide muriatique ou esprit de sel, parce qu'il ne s'unit pas aussi promptement à la terre alumineuse, & qu'il attaque au contraire très-facilement les chaux de fer, même les plus déphlogistiquées. L'acide vitriolique a l'inconvénient de former avec l'alkali qui peut rester libre un sel peu soluble dont on débarrasse difficilement le *bleu de Prusse*, & on présume que c'est par cette raison que les fabricans anglois avivent par l'eau forte, quoique l'acide vitriolique soit en Angleterre à un prix fort inférieur. Cependant quelques-uns emploient l'acide vitriolique, même dans la lessive, & pour en avancer la saturation avant que d'y jetter la dissolution de vitriol de mars, & il n'est pas douteux qu'ils n'obtiennent par-là un bleu plus foncé, puisque la quantité d'alun à employer se trouve diminuée en proportion, & par conséquent la quantité de terre blanche qu'il fournit. Au reste, dès que l'on fait

usage de l'alun, il est sûr qu'il se trouve toujours dans la liqueur du vitriol de potasse, & dès qu'on ne peut éviter la présence de ce sel, le plus ou le moins ne me paroît pas devoir influer beaucoup sur le choix du procédé.

Les *lavages* ne doivent pas être négligés pour débarrasser le *bleu de Prusse* de tous les sels que l'on peut enlever, & qui ne peuvent qu'altérer sa qualité; si l'on en croit M. Weber, le degré de chaleur que l'on donne à cette matière en la séchant contribue à lui procurer la belle nuance que l'on recherche.

A l'occasion de ces lavages, je rapporterai ici une observation qui me paroît devoir intéresser également le fabriquant & le Chymiste.

Voulant faire quelques expériences sur le *bleu de Prusse*, je commençai par le faire bouillir dans l'eau distillée, pour le purifier de toutes matières solubles, dont celui du commerce est rarement exempt; l'eau qui avoit servi à cette édulcoration ayant été abandonnée quelque temps à l'air libre, avoit laissé sur les parois du vaisseau un sel grimpant sans figure déterminée, blanc pour la plus grande partie, & seulement taché en quelques endroits de jaune tirant au verd; au fond étoit un groupe de crystaux transparens, blancs, tirant très-foiblement au jaune, parfaitement figurés en rectangles ou tables quarrées très-minces qui empiétoient les unes sur les autres. Je jugeai d'abord que c'étoit un sel étranger à la matière colorante, mais je ne fus pas peu surpris lorsqu'en ayant fait dissoudre quelques grains dans l'eau, cette liqueur précipita toutes les dissolutions de fer en beau bleu, même sans addition d'acide, comme la meilleur liqueur d'épreuve.

Ce phénomène me rendit plus curieux de connoître la nature de ce sel; j'en pris une partie sur laquelle je versai de l'acide vitriolique, dont la concentration étoit 1,845; il y occasionna sur-le-champ un précipité d'un beau blanc, qui subsista pendant 24 heures dans le même état; mais y ayant ajouté le lendemain de l'eau distillée, tout le mélange passa subitement au bleu, & l'ayant laissé à l'air libre, je trouvai au bout de quelques jours, sur les parois de la capsule, des crystaux en prismes applatis, transparens, seulement tachés par la fécule bleue, & au fond un crystal plus gros, qui paroissoit formé de la réunion de plusieurs de ces prismes.

Cela suffisoit déja pour prouver que le sel, obtenu par l'elixation de ce *bleu de Prusse*, n'étoit pas simplement du vitriol de potasse; ce n'étoit pas du vitriol de mars, puisque l'addition d'une bonne lessive colorante n'y produisit pas le moindre atome de bleu; ce n'étoit pas non plus de l'alun, j'en eus la preuve en ce que le méphite de potasse n'occasionna aucun précipité dans sa dissolution; à la vérité, cette dissolution fut troublée sur-le-champ par le muriate barotique; mais on sait que le barote est précipité par l'acide colorant comme les terres métalliques; enfin la dissolution de ce sel étoit précipitée par l'esprit-de-vin, comme les dissolutions des vitriols alkalins, alumineux & martial; mais j'avois observé que tous les prussites avoient la même propriété. Il devenoit donc assez évident que ce sel étoit un vrai sel prussique soluble, à la faveur duquel le prussite martial étoit lui-même tenu en dissolution.

Je soupçonnai d'abord que ce pouvoit être du prussite de cuivre qui y avoit été porté par du vitriol de mars impur, d'autant plus qu'à une seconde crystallisation ce sel avoit pris une teinte jaunâtre plus marquée, mais il ne me fut pas possible d'y découvrir ce métal par aucun des moyens connus & appropriés à la nature du mélange.

Je crus aussi reconnoître le prussite de manganèse, parce que je remarquai que lorsque j'ajoutois dans la dissolution de ce sel du vitriol de mars par excès, le précipité bleu avoit un coup-d'œil sec & pulvérulent, au lieu que quand il n'y avoit pas assez de vitriol de mars pour s'approprier tout l'acide colorant, il n'étoit plus possible de séparer le précipité par le filtre, même quadruple, & la liqueur passoit colorée. Cependant, il étoit difficile d'imaginer qu'il pût se trouver, dans les matières employées à cette fabrication, assez de manganèse pour produire ce sel aussi abondamment.

Pour lever mes doutes, j'eus recours à la calcination: ce sel, exposé à l'action du feu, ne décrépita pas, & ne se fondit pas; sa couleur s'altéra insensiblement, & il laissa à la fin une poudre d'un brun rouge, dont l'elixation me donna une liqueur très-sensiblement alkaline. La portion insoluble se trouva être une chaux de fer qui ne tenoit pas même assez de manganèse, pour donner la teinte violette au globule de phosphate ammoniacal, au feu du chalumeau.

Il ne me fut pas difficile, après cela, de reconnoître la vraie nature de ce sel, & de me rendre raison de tous les phénomènes qu'il m'avoit présentés: c'étoit un *prussite alkalin surchargé de bleu de Prusse*, il tenoit aussi un peu de terre alumineuse que je reconnus au précipité blanc, léger, floconneux, que le méphite de potasse occasionna dans la liqueur provenant du mélange de ce sel avec l'alkali vitriolique pur. Il n'étoit plus étonnant que la dissolution de ce sel eût été précipitée en blanc par l'acide vitriolique concentré, il décidoit subitement sa crystallisation; quand on délayoit cet acide, on favorisoit le jeu des affinités, il décomposoit le prussite alkalin, & la fécule bleue se séparoit sur-le-champ; il étoit tout simple, en un mot, que la dissolution de ce sel précipitât le fer en bleu, comme la meilleure lessive colorante.

On verra, dans la section suivante, les conséquences intéressantes que l'on peut tirer de ces faits dans la pratique de la Chymie; je me bornerai à en conclure ici, par rapport à la fabrication, que l'on doit observer de mettre plutôt plus que moins de vitriol de mars dans le mélange pour la

précipitation ; que sans cela on s'expose à perdre une portion de matière colorante qui s'en va dans les lavages, une portion même de *bleu de Prusse* tout formé dont elle se charge ; enfin, que le produit qui reste a le défaut d'être en partie soluble dans l'eau, & d'autant plus affoibli de couleur, qu'il tient plus de ce sel blanc.

Le *bleu de Prusse* de la meilleure qualité est celui qui est léger, qui n'est pas trop pâle, qui n'est pas dur, ni luisant dans sa cassure, mais qui ressemble à de la craie douce, & laisse aussi facilement des traces sur le papier.

Je terminerai cette section par le précis de la description que donne M. Weber de la méthode que l'on suit en Allemagne, & qui n'a pas encore été publiée en françois.

On prend des cornes, des ongles & autres matières animales, & on les calcine dans une chaudière de fer fondu jusqu'à ce qu'elles soient réduites en charbon ; on pulvérise ce charbon, & on le passe par un criblé peu serré.

On a une autre plus grande chaudière, aussi de fer coulé, qui est placée dans une espèce de fourneau de réverbère, pour pouvoir lui donner un feu assez vif. On jette dans cette chaudière cent livres de vedasse ou potasse du commerce ; quand elle est bien fondue, on y ajoute, en trois fois, soixante-quinze livres de poussière de charbon animal, en observant, à chaque fois, de remuer avec une verge de fer, & de donner environ une demi-heure d'intervalle, pour que tout le mélange se remette en fusion. Il s'élève une flamme à la surface, & tant qu'elle subsiste, on entretient le feu pour brûler complettement l'huile qui reste dans la matière charbonneuse. Lorsque cette grande flamme a cessé, & qu'il n'y a plus qu'une petite flamme bleue, on arrête le feu, & on jette tout de suite la masse rouge dans un grand cuvier rempli d'eau bouillante.

Cette lessive est ensuite filtrée sur une toile, sur laquelle on la rejette pour séparer, par une seconde filtration, quelques parties charbonneuses qui ont passé dans le commencement, & on y réunit les eaux de lavage du résidu charbonneux.

On prépare, d'un autre côté, une dissolution de deux cents livres d'alun & de trente livres de vitriol de mars d'Angleterre, on la jette sur une toile, d'où elle coule dans la lessive colorante ; on laisse déposer la couleur, qui est alors d'un bleu pâle ; on décante la liqueur claire, & on arrose la fécule d'une grande quantité d'eau chaude pour dissoudre tous les sels.

Le précipité ainsi édulcoré est mis à égoutter sur une toile, puis porté sous une presse de bois, enfin exposé en morceaux à l'air & au soleil : en le faisant sécher à l'étuve, on augmente considérablement l'intensité de sa couleur.

On voit qu'il n'est pas question d'aviver par les acides, cette opération ne se fait que dans le cas où l'on veut avoir un bleu très-foncé. De là on peut conclure que le *bleu de Prusse* des fabriques d'Allemagne est très-clair ; & ce qui paroit prouver que cette méthode y est assez généralement suivie, c'est qu'au rapport du même auteur, M. Weber, on y distingue sous le nom de bleu de Paris (*Pariser-blau*) celui qui est d'un bleu plus foncé ; il le croit préparé sans alun, avec une lessive saturée par l'acide vitriolique.

Le *bleu de Prusse*, dont parle M. Bergman, qui lui donna à l'analyse soixante-dix-sept livres de terre alumineuse au quintal, & seulement vingt-trois livres de matière colorante, venoit sans doute des fabriques d'Allemagne.

II. La *liqueur d'épreuve pour les précipités métalliques*, dont il me reste à parler, n'est dans le fond qu'une lessive colorante de même nature que celle dont il a été fait mention dans la section précédente ; mais elle exige bien d'autres précautions : il suffit que cette dernière donne abondamment du *bleu de Prusse* avec les dissolutions de fer ; la qualité que l'on cherche dans la première, & qu'il est le plus difficile d'obtenir, est qu'*elle ne porte point avec elle de bleu tout formé* qui, en se séparant dans les mélanges, y fasse soupçonner du fer qui n'y existoit pas, & change la couleur propre des précipités des divers métaux.

C'est pour n'avoir pas employé une liqueur de cette qualité, ou du moins pour n'avoir pas tenu compte de la différence des phénomènes qui en devoient résulter, que MM. Martin, Westendorf, Baunach, &c. ont soutenu que tous les métaux étoient précipités en bleu par la lessive prussique, que les autres sont si peu d'accord sur les vraies couleurs de ces précipités.

Les plus grands Chymistes cependant se sont appliqués à perfectionner la préparation de cette liqueur, dont l'usage devoit être si précieux dans les analyses, par la propriété de ne précipiter que les substances métalliques, sans toucher aux sels ni aux terres ; mais il paroît que faute d'en connoître la vraie nature, ils ont dirigé leurs travaux vers un but qu'il n'étoit pas possible d'atteindre, ou proposé des rectifications sujettes à d'autres inconvéniens.

Je ne rapporterai pas ici toutes les tentatives qui ont été faites, toutes les observations auxquelles elles ont donné lieu ; mais l'importance du sujet, & sur-tout les difficultés qu'il présente, exigent que je m'arrête du moins à celles qui ont obtenu quelque confiance.

MM. Macquer & Baumé recommandent de purifier la liqueur d'épreuve par le vinaigre distillé : cet acide (disent-ils), qui n'y porte point de fer, précipite tout le bleu qu'elle recèle, à l'aide d'une digestion de quelques jours à une douce chaleur ; on amène ensuite cette liqueur à une neutralité parfaite, en saturant par une suffisante quantité d'alkali fixe le petit excès d'acide acéteux qu'elle peut avoir, & alors elle ne se colore plus avec

les acides purs. Il est bien certain que par cette méthode on diminue très-sensiblement la quantité de fer ou de bleu qui existoit dans la liqueur; mais quoiqu'elle ait été assez généralement adoptée, on ne peut se dissimuler qu'indépendamment de l'inconvénient d'y porter un sel étranger, elle a encore celui d'altérer la liqueur colorante; l'illustre Bergman remarque très-bien que cet acide ajouté *affoiblit sensiblement ses propriétés au bout d'un certain temps, & même les détruit, sur-tout à une température chaude*. (*Diss. XXIV*, §. 2). Cette observation est très-conforme, comme nous le verrons, à la théorie que j'ai précédemment établie.

M. Gioanetti a cherché à perfectionner ce procédé de M. Baumé, en faisant évaporer à siccité la lessive surchargée d'acide acéteux; mais il est évident qu'elle se décompose en grande partie dans cette opération, & que ce qui reste d'*acide prussique* retient encore la portion de fer qui sert d'intermède d'union.

Le même auteur avoit imaginé une autre méthode, qui consistoit à neutraliser la liqueur par la dissolution d'alun, pour séparer ensuite par crystallisation le vitriol de potasse; mais cette séparation devient inutile si la lessive a été d'abord saturée convenablement: cette rectification n'est donc pas dirigée vers le vrai but; elle a toujours le désavantage de laisser des sels étrangers; & si la liqueur saturée fournit du vitriol de potasse, c'est une preuve que l'acide de l'alun a décomposé une partie de la matière colorante.

M. Scopoli & le P. Barca assurent avoir appliqué avec succès à cette rectification l'action de la lumière sur cette liqueur surchargée d'acide acéteux; le premier ayant exposé à la lumière du soleil une lessive colorante saturée, & qui étoit devenue verte par l'addition du vinaigre, remarqua qu'il s'en séparoit beaucoup de bleu; il filtra la liqueur, il l'exposa le lendemain aux rayons du soleil; & quoiqu'il n'eût point ajouté de vinaigre, il vit encore se déposer quelques parcelles de *bleu de Prusse* qui s'attachoient au vaisseau: il répéta cette opération jusqu'à ce qu'il ne se sépara absolument plus de bleu, & il en conclut que c'étoit un moyen efficace pour purifier cette liqueur. Ce n'est pas seulement à la chaleur, c'est à la *lumière* même que M. Scopoli attribue cette vertu, & il dit s'en être convaincu en exposant cette liqueur à une chaleur de digestion de cent cinquante degrés du thermomètre de Fahrenheit (cinquante-quatre de Réaumur), où elle n'éprouva aucune altération, tandis qu'elle avoit laissé précipiter du bleu à la lumière du soleil, qui ne faisoit monter le thermomètre qu'à quatre-vingt-dix-huit degrés (trente de Réaumur). On sent que, pour que cette preuve fût directe, il auroit fallu que ce physicien eût commencé par éprouver l'action de la chaleur, & qu'il eût obtenu par la lumière un précipité d'une lessive qui n'en auroit point fourni à une chaleur plus forte, ou seulement égale; or, il ne paroît pas qu'il ait procédé dans cet ordre, du moins autant que j'ai pu en juger par ses additions à l'article *alkali phlogistiqué*, dans l'édition italienne du dictionnaire de M. Macquer, & même par son mémoire imprimé en allemand, dans les *neuesten Entdeckungen*, &c. de M. Crell.

D'ailleurs, M. Scopoli avoue que cette liqueur ainsi purifiée déposa encore un peu de poudre jaunâtre qui devint bleue dans l'acide muriatique; que la liqueur elle-même, abondamment chargée de cet acide, prenoit une couleur verte tirant au bleu; enfin, qu'ayant réduit cette liqueur en un sel concret, pour l'obtenir plus pur par crystallisation, ainsi que je l'avois anciennement conseillé, le résidu de la distillation de ce sel montra encore quelques parties attirables à l'aimant.

On ne peut disconvenir néanmoins que cette liqueur étoit dans un état de rectification suffisant pour que les expériences auxquelles M. Scopoli l'a employée, méritent d'être rapportées au nombre de celles qui peuvent contribuer à fixer les opinions sur les couleurs des prussites métalliques: voici la table de ses résultats.

L'or A DONNÉ *un précipité*	blanchâtre.
La platine	bleu.
L'argent	blanchâtre.
Le mercure	blanchâtre.
L'antimoine	verd-pâle.
Le bismuth	blanchâtre.
L'arsenic	brunâtre.
Le zinc	blanchâtre.
Le fer	bleu.
Le cuivre	jaune-obscur.
Le plomb	blanc.
L'étain	blanchâtre.

M. Landriani conseille de préparer la liqueur d'épreuve en faisant bouillir l'alkali sur le prussite d'antimoine, & il fonde cette préférence, 1°. sur ce que la terre du métal qui peut s'y trouver ne peut altérer la couleur des précipités, étant naturellement blanche; 2°. sur ce que cette chaux est bien moins soluble dans la lessive colorante que celle du fer; mais nous verrons que le prussite d'antimoine, que ce physicien a regardé comme très-pur, quoique coloré en bleu, n'avoit reçu cette couleur que d'une portion de fer qu'il retient avec beaucoup d'opiniâtreté, puisque sans cela il est précipité en blanc.

Voici une autre méthode de rectification indiquée nouvellement par M. Brugnatelli. (*Chemische annalen*, &c. *1784*, *part. 3* & *4*.)

Ce Chymiste se sert de l'acide nitreux ou de l'acide vitriolique, mais par préférence du dernier, à cause de la facilité de séparer de la liqueur le sel

qu'il forme avec la chaux. Il verse de l'acide vitriolique dans la lessive impure, il laisse quelques minutes la liqueur en repos, il y ajoute ensuite de la craie ou méphite calcaire très-pur, jusqu'au point de saturation; le bleu se précipite en même-temps que la sélénite, & on obtient (dit-il), par la filtration, une liqueur transparente, sans saveur, purifiée de toute terre martiale, exempte du mélange de tout sel étranger, & qui, ne tenant point d'acide, ne s'altère pas facilement avec le temps.

Voilà sans doute les avantages que l'on cherche; mais il est difficile d'accorder à M. Brugnatelli le principe sur lequel il fonde ce procédé, qui est que les acides n'agissent qu'à la longue sur la matiere colorante. M. Schéele nous a fait voir que le gas acide méphitique seul exerçoit sur elle une action sensible: comment se pourroit-il qu'elle n'éprouvât aucune altération dans une opération où l'on emploie l'acide vitriolique, où cet acide dégage en si grande quantité le gas de la craie? L'expérience décrite dans la section précédente démontre l'action instantanée du premier de ces acides sur le prussite de potasse chargé de *bleu de Prusse*. Or, s'il y a une portion de la lessive décomposée, on ne peut plus répondre de la séparation complette des sels étrangers, & cette méthode n'a plus d'avantage sur les autres.

Je donnerai ici les principales observations faites par M. Brugnatelli avec la liqueur ainsi préparée, & les changemens de couleur que ses précipités métalliques ont éprouvé lorsqu'ils ont été exposés à la lumière.

Dissolutions nitreuses	*Couleurs des précipités*	*Après l'exposition au soleil.*
de mercure.	verd-clair.	jaune.
de cuivre.	rouge-brun.	verd-clair.
de plomb.	verd-clair.	bleu.
d'étain.	verdâtre.	bleu.
d'antimoine.	bleu.	verd-sombre.
de bismuth.	jaunâtre.	orangé.
de zinc.	violet.	jaune.
d'arsenic.	bleu-pâle.	noir.

Je n'ai pas besoin d'observer que l'on découvre sensiblement dans ces résultats les traces de la présence d'un peu de fer que la lessive tenoit encore, & de l'action de la lumière, ou si l'on veut, de la chaleur, pour la manifester par décomposition.

Est-ce donc qu'il n'y a aucun moyen d'obtenir une lessive prussique absolument pure? L'illustre Bergman paroît en avoir ainsi jugé dans sa dissertation sur la docimasie par la voie humide; il distingue deux cas; le *premier*, où l'on veut juger le métal par la couleur du précipité, & alors il conseille de précipiter d'avance la liqueur d'épreuve par les acides, pour n'être pas induit en erreur par le bleu que recèle cette liqueur dans la proportion de quatre livres par quintal de sel alkalin; le *second* cas, où il n'est question que du poids du précipité, & pour lors il préfère de se servir de la liqueur encore chargée de *bleu de Prusse*, en observant de faire sur le poids du précipité la soustraction de la quantité de ce bleu porté par la lessive, & qui, dans celle qu'il préparoit lui-même pour cet usage, étoit de 11, 20 par quintal fictif de soixante-dix grains pour chaque volume de liqueur de seize ½ pouces cubiques. (*Opusc. tome II, page 411, édit. franç.*)

Les expériences de M. Bergman, pour déterminer la couleur des précipités métalliques par la lessive colorante, méritent d'autant plus d'attention, qu'on ne sauroit douter de son exactitude à purifier d'abord les métaux autant qu'il étoit possible: en voici les résultats.

Dissolutions.	COULEURS DES PRÉCIPITÉS.
d'or.	jaune.
d'argent.	jaune-obscur.
de mercure.	blanchâtre, *qui a passé au jaune-obscur.*
de plomb.	blanc.
de cuivre.	jaune-verdâtre, *qui a passé au roux-obscur.*
de fer.	bleu-foncé.
d'étain.	blanc, *mêlé de bleu.*
de bismuth.	jaunâtre, *qui a passé au verd.*
de nickel.	jaunâtre, *qui a passé au brun.*
d'arsenic.	blanc.
de cobalt.	bleu roussâtre, *qui a passé au roux-brunâtre.*
de zinc.	blanc, *qui a passé au citrin.*
d'antimoine.	blanc *mêlé de bleu.*
de manganèse.	bleuâtre, *qui a passé au bleu-jaunâtre.*

Celle de platine n'a point été troublée, & a seulement pris plus d'intensité.

Il me reste à faire connoitre deux nouveaux procédés de rectification peu différens l'un de l'autre, publiés par MM. Schéele & Vestrumb, dans des temps si voisins, que l'éditeur des annales chymiques, à qui ils avoient été adressés, n'a pu décider à qui appartenoit la priorité de date. Mais avant que de m'en occuper, je dois poser quelques principes pour déterminer enfin le degré de confiance que l'*acide prussique* mérite comme réactif, & les différens états où il faut le prendre, suivant les circonstances.

La dissolution alkaline qui a bouilli sur le *bleu de Prusse* n'est pas simplement composée d'*acide*

prussique & d'alkali, c'est un sel triple, dans lequel il entre une portion de terre martiale qui sert d'intermède, d'union des deux autres principes, & que l'on ne peut lui enlever sans décomposition, sans dégager la matière colorante volatile : il est donc inutile de chercher désormais à séparer absolument tout fer de cette liqueur, puisqu'il y en a une partie qui lui est essentielle.

Cette liqueur contient encore une autre portion de terre martiale à l'état de *bleu de Prusse*, parce qu'elle a la propriété de dissoudre ce précipité, quoique saturée du principe colorant ; c'est un fait qui n'a pas échappé à M. Schéele, puisqu'il dit précisément que si on met très-peu de vitriol de mars dans la liqueur précipitante, le précipité se redissout entièrement, & le mélange ne garde plus qu'une couleur jaune ; cette propriété, à laquelle il ne paroît pas qu'on ait fait jusqu'à présent toute l'attention qu'elle mérite, me fut bien démontrée par mes expériences sur le sel obtenu par l'elixation du *bleu de Prusse* dont il a été fait mention dans la section precédente ; je les ai répétées & variées pour circonscrire les phénomènes qui en résultent, & j'ai vu que la liqueur d'épreuve la mieux rectifiée, dont les acides ne séparoient point de bleu, en déposoient une quantité sensible quand on l'avoit fait digérer sur du *bleu de Prusse* bien édulcoré ; que ce *bleu de Prusse* tenu en dissolution restoit dans les crystaux sans changer beaucoup leur couleur ; que les crystallisations répétées ne purifioient pas ce sel, & que la partie verdâtre qui s'en séparoit n'étoit qu'une précipitation partielle par décomposition du dissolvant à l'air libre ; en un mot, que suivant l'excès de lessive précipitante ou de dissolution martiale, le précipité bleu adhéroit plus ou moins à la liqueur, de sorte que je pouvois à volonté la faire passer claire ou colorée par les filtres.

Je ne dissimulerai pas que le célèbre Landriani a pensé que ce n'étoit pas le bleu tout formé, mais de la terre martiale que la lessive tenoit en dissolution, & qu'ayant appuyé cette proposition sur une expérience qui lui parut décisive, il a donné de ce phénomène une explication très-ingénieuse, en disant que les acides commençoient par dissoudre la terre martiale, & que la dissolution faite, la liqueur colorante la décomposoit ensuite, & précipitoit ce fer en bleu à la manière ordinaire. Mais il est difficile de concevoir que le fer se trouve uni au sel prussique sans être à l'état de *bleu de Prusse*, c'est-à-dire sans avoir les propriétés que lui donne cette union, & les faits que je viens d'exposer ne permettent pas de douter que ce ne soit le *bleu de Prusse* même qui est réellement dissous par la lessive.

Cette dissolubilité rendant l'usage de cette liqueur non-seulement incommode, mais à un certain point infidèle dans les analyses, j'ai cherché s'il ne seroit pas possible de la remplacer dans quelques occasions par un sel prussique qui n'eût pas le même inconvenient, & j'ai trouvé que le prussite trisule calcaire, dont la préparation étoit encore plus simple, n'avoit cette propriété que dans un degré très-inférieur.

De ces principes & de ces observations, on peut conclure que pour employer, avec avantage & sans crainte d'erreur, l'*acide prussique* comme réactif, il faut le prendre en trois états différens : je vais en donner successivement les procédés & les usages.

PREMIÈRE LIQUEUR D'ÉPREUVE, *prussite calcaire.* Lorsqu'il s'agit de décider la couleur que prend une terre métallique précipitée par l'*acide prussique*, il n'y a de lessive colorante sûre que celle qui est formée directement, & sans intermède ferrugineux, de la combinaison de l'acide pur avec une base terreuse ou alkaline. M. Schéele a reconnu que la terre calcaire étoit la base qui paroissoit plus propre à le fixer ; ce sera donc le *prussite calcaire* qui formera la première liqueur d'épreuve. J'en ai précédemment décrit le procédé (§. IV, *sect.* 2) En se servant de cette lessive précipitante, & prenant les dissolutions métalliques dans leur plus grande pureté, soit pour le métal, soit pour l'acide, on aura enfin des observations uniformes sur les couleurs des précipités. Je terminerai cette section par la table des résultats que ce réactif a donnés à l'inventeur.

Mais cette liqueur est le produit de plusieurs opérations difficiles & dispendieuses ; elle ne se conserve qu'avec beaucoup de précaution : M. Schéele paroît avoir senti lui-même qu'on ne pouvoit en faire un usage habituel, du moins jusqu'à ce qu'on fût parvenu à simplifier sa préparation, puisque depuis la publication de cette découverte, il a encore travaillé à rectifier la lessive alkaline ordinaire. Voyons, à son exemple, à en tirer parti dans d'autres occasions.

SECONDE LIQUEUR D'ÉPREUVE, *prussite trisule de potasse.* En admettant la présence essentielle d'un peu de fer dans cette lessive, il ne reste plus, pour la rectifier, qu'à la priver de la portion de *bleu de Prusse* qu'elle dissout si facilement, sans y porter, ou au moins sans y laisser de sel étranger ; M. Schéele a annoncé dans les annales chymiques de M. Crell, 1784, *partie VI*, qu'il y étoit parvenu de la manière suivante :

On fait digérer le *bleu de Prusse* dans une lessive d'alkali fixe bien caustique ; la liqueur filtrée, on la mêle avec de l'esprit-de-vin rectifié qui en précipite un sel en forme de feuillets minces. J'ai observé que dans l'instant du mélange de l'esprit-de-vin il y avoit augmentation de chaleur de quatre degrés, quoique la lessive fût peu concentrée, & les quantités peu considérables. « Toutes » les autres rectifications (dit M. Schéele) sont » imparfaites ; car si on fait bouillir les dissolutions » jaunes qui en proviennent dans l'acide vitrioli- » que, ou dans l'acide muriatique, il se sépare tou- » jours

» jours du bleu ; aussi n'éprouvent-elles aucun » changement à l'air libre, parce que le fer sert à » fixer l'acide colorant avec l'alkali, tellement que » le gas acide méphitique ou air fixe ne peut plus » le dégager, ce qui arrive au bout de quelques » jours si la lessive colorante ne tient ni fer, ni » aucun autre métal ».

Dans le cahier suivant du même ouvrage périodique de M. Crell, M. *Westrumb* expose ainsi son procédé :

« Je sature l'alkali caustique le plus pur, en le » faisant bouillir long-temps sur du *bleu de Prusse* » du commerce bien lavé ; je filtre la liqueur, je » la fais digérer sur du blanc de plomb pour la dé» barrasser de quelques parties sulphureuses & » phlogistiques qu'elle retient ; après cela, je la » mêle avec du vinaigre distillé qui ne contient » point de terre ferrugineuse ; je l'expose au so» leil, comme M. Scopoli, jusqu'à ce qu'il ne se » forme plus de précipité rougeâtre ; alors je la » filtre & j'y ajoute deux parties d'esprit-de-vin » très-rectifié ; le sel prussique se précipite sur-le» champ en petits flocons brillans, presque comme » la poudre de Constantini ; je recueille ce précipi» té sur un filtre, & je le lave dans de nouvel esprit» de-vin, pour emporter tous les sels qui pour» roient y rester. Ce sel séché & redissous dans » l'eau donne une liqueur d'un beau jaune qui » ne donne aucune trace de fer dans les acides » purs, qui précipite les dissolutions de cuivre en » rouge, celles d'argent & de mercure en blanc, » qui ne précipite aucune terre, excepté la terre » du spat pesant ».

L'esprit-de-vin est, comme l'on voit, le principal agent dans ces deux procédés, mais ils présentent d'ailleurs des différences assez importantes ; dans celui de M. Westrumb, on sait ce que devient le *bleu de Prusse* qui étoit tenu en dissolution, puisqu'il est d'abord séparé par le vinaigre ; on conçoit après cela que l'esprit-de-vin venant à reprendre, soit l'acide acéteux, soit l'acète alkalin qui peut s'être formé, le sel qui reste sur le filtre doit être en effet aussi pur qu'on peut l'espérer. Il n'y a que la digestion sur le blanc de plomb qui ne me paroît pas bien nécessaire, à moins que cette chaux ne prenne une couleur qui prouve qu'elle fixe réellement quelque substance phlogistique qui se trouvoit accidentellement dans la lessive, ce que ne dit pas M. Westrumb, & ce que je n'ai point éprouvé. Au reste, cette digestion ne peut pas non plus avoir d'inconvénient ; le prussite de plomb qui pourroit se produire dans le mêlange seroit bientôt précipité par l'excès d'acide, étant bien moins soluble dans la liqueur colorante que le prussite de fer, & l'acète de plomb est lui-même soluble dans l'esprit-de-vin.

Il n'est pas aussi facile de donner l'étiologie du procédé de M. Schéele, en se renfermant dans les termes de sa description : l'esprit-de-vin ne dissout le *bleu de Prusse* ni seul, ni à la faveur de son union avec une portion de lessive colorante ; aussi ai-je observé que l'esprit-de-vin qui a précipité cette lessive ne donne point de bleu avec les dissolutions martiales, qu'il n'en laisse point par l'évaporation, ni après sa combustion. Le *bleu de Prusse*, s'il y en avoit, se retrouve donc encore dans le sel qui demeure sur le filtre, & sous ce point de vue, il n'est pas plus pur qu'auparavant. Il faut donc supposer que M. Schéele prend sa liqueur pour la rectifier dans le moment où étant encore chargée d'alkali par excès, il n'est pas possible qu'il s'y trouve du *bleu de Prusse* tout formé, qui seroit à l'instant décomposé ; alors on conçoit que l'esprit-de-vin s'emparant facilement de l'alkali surabondant, le sel prussique qu'il ne dissout pas, doit se trouver très-pur ; on ne peut croire, à ce qu'il me semble, qu'un aussi grand Chymiste que M. Schéele l'ait entendu autrement, & qu'il n'ait pas soupçonné les difficultés que présentoit sa méthode sans cette explication.

J'ai préparé à dessein une lessive avec excès d'alkali, j'y ai versé de l'esprit-de-vin très-rectifié, & j'ai vu en effet se précipiter un beau sel blanc, brillant, comme micacé, qui redissous dans l'eau, n'a donné aucune trace de bleu, ni dans l'acide nitreux pur, ni dans l'acide vitriolique épuisé de la portion de fer qu'il recèle toujours ; qui a précipité toutes les dissolutions martiales en beau bleu, celles de manganèse en blanc, &c.

A en juger par ce qu'ajoute M. Schéele, & qui s'accorde bien avec le développement que je viens de donner à son procédé, cette liqueur se décompose à l'air beaucoup plus aisément que celles qui sont rectifiées de toute autre manière. Seroit-ce en effet un sel double, un prussite alkalin pur & sans intermède martial ? si cela étoit, il remplaceroit éminemment & sans grande peine la *première* liqueur d'épreuve, ou prussite calcaire dont la préparation est si laborieuse. J'ai observé, à la vérité, que la dissolution du sel précipité par l'esprit-de-vin donnoit, dès le lendemain, avec les dissolutions de fer, un précipité qui tiroit sensiblement au verd, & qu'ainsi elle avoit éprouvé un commencement de décomposition, ce dont je ne pouvois douter, puisqu'elle verdissoit le papier teint par la fleur de mauve. Cependant j'avois peine à me persuader que l'alkali caustique digéré sur le *bleu de Prusse* n'y prît que le principe colorant, sans toucher à la terre martiale avant qu'il fût complettement saturé, & sans que la portion qui étoit saturée la première exerçât aucune action sur la terre martiale qui se trouvoit libre & en contact avec elle.

Pour vérifier si ce sel ne contenoit réellement plus de fer, je l'ai fait sécher & même rôtir au feu sur une capsule de verre ; il y a pris une couleur rouge très-foncée ; l'eau distillée passée sur ce sel ainsi calciné, a encore très-bien fait le bleu, mais la partie qui ne s'est pas dissoute ayant été jettée dans de l'acide muriatique très-pur, l'addition d'une

lessive colorante également purifiée a verdi tout de suite le mélange, & il s'en est séparé une fécule bleue.

J'ai mêlé d'autre part la dissolution du même sel avec l'eau chargée d'acide méphitique, elle n'a éprouvé d'abord aucun changement; mais l'ayant laissée pendant vingt-quatre heures dans une bouteille bien bouchée & renversée sur son bouchon, elle s'est trouvée le lendemain avoir pris une couleur verte très-marquée, tout de même que la troisième liqueur d'épreuve dont je parlerai dans un instant, & cette couleur ne pouvoit venir que d'un peu de fer.

On voit que ces essais n'ont pas dû dissiper mes doutes; mais comme je n'ai pu multiplier les expériences, j'attendrai la solution de cette question intéressante d'un examen ultérieur, en observant néanmoins que sans aller aussi loin que M. Schéele, la simplicité de sa méthode obtiendroit encore la préférence.

TROISIÈME LIQUEUR D'ÉPREUVE, *prussite trisule calcaire*. J'ai pensé que les Chymistes me sauroient gré de leur indiquer cette troisième liqueur plus facile à préparer, plus permanente qu'aucune autre. Si celle de M. Schéele est reconnue absolument exempte de fer, celle-ci offrira l'avantage précieux de se conserver; si la première n'est pas plus sujette à se décomposer, ce sera un double instrument dont l'application servira à confirmer les résultats.

On met dans une cucurbite de verre deux onces de *bleu de Prusse* du commerce, pulvérisé & lavé auparavant dans suffisante quantité d'eau bouillante pour en extraire tous les sels étrangers; on verse dessus environ deux pintes ou quatre-vingt-seize pouces cubiques de bonne eau de chaux; on fait bouillir ce mélange quelques instans; on s'assure que la terre caustique est saturée en y plongeant une lame de papier teinte par le curcuma ou par le fernambouc, ou, encore mieux, par la fleur de mauve, qui ne doit éprouver aucune altération; la dissolution filtrée est une excellente liqueur d'épreuve, qui n'a besoin d'aucune rectification, parce que, comme je l'ai dit, elle ne dissout qu'une infiniment petite portion de *bleu de Prusse*.

J'ai fait plusieurs essais de cette liqueur comparativement avec celle de M. Schéele, & je n'ai pas apperçu la plus petite différence; elle découvre de même, par un beau précipité bleu, le peu de fer caché dans quelque liqueur que ce soit; elle n'en donne pas la moindre trace, même à l'aide du temps & de la chaleur, dans les acides purs; elle précipite, comme la première, les dissolutions de cuivre *en rouge-brun*, celles de mercure, de manganèse & de terre barotique *en blanc*, sans mélange de parties bleues ni vertes.

Cette liqueur est très-limpide, & n'a qu'un très-léger coup-d'œil jaune; sa pesanteur spécifique est 1,005, elle peut être portée par l'évaporation à 1,007, & non au-delà; car alors elle commence à faire pellicule: il me semble que cet état moyen de concentration est plus favorable que nuisible aux épreuves, puisqu'on est plus maître de s'arrêter au point convenable, & que quelques gouttes de plus font passer une partie du précipité par le filtre. Au reste, cet inconvénient est bien plus facile à éviter avec cette troisième liqueur qu'avec tout autre réactif du même genre; j'ai éprouvé que dans la plupart des dissolutions martiales, elle avoit achevé la précipitation, & portoit même dans le mélange un excès de principe colorant capable de précipiter une autre dissolution, avant que la liqueur filtrée eût pris la moindre teinte bleue ou verte.

J'ai fait évaporer sur le feu cette lessive colorante; j'ai poussé l'évaporation jusqu'à siccité; j'ai même laissé à dessein la capsule quelques instans sur le sable, il s'est déposé sur les parois du vaisseau des cercles blancs; le fond étoit garni de très-petits grains salins; & vers le milieu de l'espace qui avoit été couvert du fluide, je remarquai une zone tirant au verd, qui me fit croire que le feu avoit mis à nu la portion de fer qui fixoit le principe colorant avec la base terreuse; cependant ce résidu redissous dans l'eau distillée se comporta comme la meilleure lessive, précipita sur-le-champ le fer en très-beau bleu, & ne donna aucun signe de terre caustique libre: c'est ce qui n'arrive pas avec la liqueur de M. Schéele; évaporée de même, elle donne bientôt des signes d'un excès d'alkali, & précipite en conséquence les dissolutions martiales en verd.

Le sel prussique, qui donne à cette liqueur ses propriétés, n'est pas plus soluble dans l'esprit-de-vin que celui de M. Schéele; il seroit donc susceptible de la même rectification; cependant je dois faire mention d'un phénomène particulier qui peut servir à éclaircir quelques points. Ayant laissé à l'air le filtre de papier sur lequel j'avois recueilli le prussite trisule calcaire que j'avois précipité par l'esprit-de-vin, je trouvai le lendemain la partie inférieure de ce filtre teinte d'un rouge presqu'aussi vif que celui de carmin: cette circonstance ne prouvoit pas seulement la présence d'une portion de fer mise à nu, elle m'autorisoit encore à conclure qu'il s'étoit dégagé par l'action de l'air, & non pendant la précipitation par l'esprit-de-vin; que cette décomposition se faisoit mieux à l'air que par la chaleur; qu'un peu de fer n'empêchoit pas absolument cette altération spontanée; enfin, que ce prussite calcaire en étoit susceptible comme celui de M. Schéele, quoiqu'à un degré fort inférieur. L'eau distillée chaude, versée sur ce filtre, affoiblit la couleur rouge sans la détruire entièrement; mais ce qui me paroît digne d'attention, c'est que l'eau passée sur ce filtre ne donna encore aucune marque de terre caustique libre, & précipita tout de suite le fer en très-beau bleu, sans doute, parce qu'elle ne s'étoit chargée que du sel

non décompofé, parce que le fer n'étoit plus en état de diffolution, parce que la terre elle-même, qui avoit pu être féparée de cette combinaifon, étoit devenue infoluble en recevant le gas méphitique, agent de cette décompofition. Ce font autant de circonftances qui me femblent recommander l'ufage de ce nouveau réactif. Je ne crois pas avoir befoin de raffurer fur la très-petite quantité de félénite qu'il portera dans les diffolutions des métaux par l'acide vitriolique; l'erreur que pourroit occafionner le peu de folubilité de ce fel ne méritera quelque attention que lorfqu'il s'agira de déterminer la quantité & non la couleur; il fera facile de s'en garantir en délayant le mêlange, ou même en ajoutant quelque acide pour favorifer la diffolution du vitriol calcaire. M. Hagen avoit eu l'idée de cette préparation, il en parle dans fon mémoire fur le pruffite magnéfien. (*Neveften Entdeckung. & de M Crell, part. 4*). Il y emploie une once de chaux d'huitre, dix grains de *bleu de Pruffe* fait fans alun, & fix onces d'eau; mais on fent qu'il y a beaucoup trop de chaux, auffi a-t-il une pellicule abondante de crême de chaux, & on évite cet embarras par la préparation que j'indique.

On peut donc fe flatter déformais de porter dans ces expériences une connoiffance un peu plus exacte de la matière qui en eft le principal inftrument. On a de plus commencé à fentir la néceffité de diftinguer les précipités qu'elle pouvoit rediffoudre; c'eft beaucoup fans doute, mais nous ne devons pas nous diffimuler ce qui nous manque encore pour en juger complettement les effets. Dans la décompofition réciproque des diffolutions métalliques & de nos liqueurs d'épreuve, il n'eft pas poffible que l'acide de la diffolution épuifée de métal fe trouve toujours correfpondre précifément à la quantité néceffaire, à la faturation de l'alkali devenu libre par la perte du principe colorant; c'eft un article dont perfonne que je fache ne s'eft encore occupé, & qui eft cependant affez intéreffant, puifqu'un excès d'alkali ne peut manquer de changer très-fenfiblement les réfultats de l'analyfe. Mais pour favoir ce qui fe paffe dans ces circonftances, il faudroit avoir d'abord bien déterminé les dofes des principes, foit des fels employés, foit des fels qui doivent fe former: or, on eft forcé d'avouer que la Chymie eft fort peu avancée à cet égard, & que c'eft une de fes parties à-la-fois les plus importantes & les plus difficiles. L'illuftre Bergman eft un des premiers qui ait tenté de défricher ce vafte champ. Voici ce qu'on peut conclure de fes données, par rapport à la précipitation du vitriol de mars.

Dans cent grains de ce vitriol il y a trente-neuf d'acide, & vingt-trois de fer.

Le *bleu de Pruffe* pur & fec ne contenant, fuivant ce Chymifte, que le fixième de fon poids de fer, ces vingt-trois livres de fer donneront cent vingt-huit de bleu.

Mais M. Bergman a obfervé que l'acide contenu dans cent vingt-huit de *bleu de Pruffe* pouvoit faturer à-peu-près deux cents foixante-dix-huit d'alkali du tartre.

Et comme les trente-neuf d'acide vitriolique ne peuvent prendre que cinquante d'alkali, il fuit de ce calcul qu'il doit refter en excès dans le mêlange plus de ⅘ de l'alkali.

Il s'en faut de beaucoup que les obfervations s'accordent avec cette conclufion: à la vérité, la liqueur qui paffe par le filtre quand tout le fer eft précipité, eft un peu alkaline; mais tant que dure la précipitation, elle rougit le papier bleu, & fans cela on conçoit que l'alkali qui fe trouveroit déja furabondant ne manqueroit pas de précipiter en jaune la terre martiale, avant que l'on y eût porté affez de leffive colorante pour la précipiter en bleu. Auffi n'ai-je voulu indiquer ces proportions que par forme d'exemple de ce qu'il falloit faire pour obtenir une approximation plus fatisfaifante. *Voyez les articles* ANALYSE, DOSER, SELS, &c.

Après avoir fait connoître la manière de préparer les différentes liqueurs d'épreuve par l'*acide pruffique*, & la confiance qu'elles méritent, il me refte à préfenter les obfervations de M. Schéele comme les plus propres à fixer les opinions fur les couleurs des divers précipités métalliques, par l'attention qu'a eu ce favant d'opérer avec l'*acide pruffique* combiné directement avec la terre calcaire, de prendre des diffolutions très-pures & parfaitement faturées, de prévenir enfin de la folubilité de quelques-uns de ces précipités, & des autres circonftances qui peuvent induire en erreur.

TABLE des réfultats de M. SCHÉELE.

L'OR diffous dans l'eau régale eft *précipité en blanc;* ce précipité eft *foluble* dans l'excès de la liqueur pruffique, non foluble dans les acides.

La PLATINE n'eft pas précipitée.

L'ARGENT eft précipité en blanc, en confiftance caféeufe; ce précipité eft *foluble* dans l'excès de la liqueur, *non foluble* dans les acides.

Le MERCURE diffous dans l'acide muriatique (en l'état corrofif) n'eft pas précipité, quoiqu'il y ait décompofition.

Diffous à froid dans l'acide nitreux eft *précipité en noir*, & c'eft du mercure réduit.

Le CUIVRE diffous dans l'acide vitriolique eft *précipité en jaune citrin;* ce précipité eft *foluble* dans l'excès de la liqueur, *foluble* dans l'acide muriatique, & en partie dans les autres acides.

Le PLOMB diffous dans l'acide acéteux eft *précipité en blanc;* ce précipité eft *infoluble* dans l'excès de la liqueur, *foluble* dans les acides.

L'ETAIN diffous dans l'eau régale eft *précipité en blanc;* ce précipité laiffe aller l'*acide pruffique*, on ne trouve qu'une chaux pure qui fe diffout dans les acides.

Le FER dissous dans l'acide vitriolique est précipité d'abord en jaune brun, qui passe tout de suite au verd, & enfin au *bleu;* ce précipité est *soluble* en petite quantité dans l'excès de la liqueur, & lui communique une couleur jaune.

Les dissolutions de chaux de fer déphlogistiquée donnent un précipité qui laisse aller le principe colorant, & se dissout dans les acides.

L'ANTIMOINE dissous dans l'acide muriatique est *précipité en blanc;* il passe bientôt à l'état de chaux pure, & se dissout dans les acides.

Le BISMUTH est *précipité en blanc*, il passe très-promptement à l'état de chaux pure, & se dissout dans les acides.

Le ZINC dissous dans l'acide vitriolique est *précipité en blanc;* ce précipité est *insoluble* dans l'excès de la liqueur, & *soluble* dans les acides.

Le COBALT est *précipité en jaune brun;* ce précipité est *insoluble* dans l'excès de la liqueur, *insoluble* dans les acides.

La MANGANÈSE dissoute dans l'acide vitriolique n'est pas précipitée.

§. VI. *De la manière d'agir de l'*acide prussique, & *de ses affinités.*

Cet acide s'unit aux terres & aux alkalis, & forme avec eux des sels doubles, qui sont bientôt décomposés à l'air, parce que l'acide méphitique s'empare de leurs bases. *Voyez* PRUSSITE AMMONIACAL, PRUSSITE CALCAIRE, &c.

Il n'attaque pas la terre alumineuse.

Il n'a aucune action sur les terres métalliques tant qu'elles sont en état de métal; il n'en a pas davantage sur leurs chaux tenues en dissolution par les acides, excepté sur l'argent & sur le mercure, qu'il précipite de leur dissolution nitreuse: pour tous les autres, il ne les précipite qu'à la faveur d'une double affinité, c'est-à-dire qu'il faut qu'il porte avec lui une base qui attire en même-temps l'autre dissolvant acide; le fer lui-même avec lequel il forme une combinaison si solide, qu'elle résiste aux acides les plus puissans, n'est point excepté de cette loi. C'est, comme le dit M. Schéele, un phénomène bien remarquable & bien difficile à expliquer, que l'*acide prussique* seul n'occasionne aucun précipité dans la dissolution de vitriol de mars, tandis que d'autre part le *bleu de Prusse* n'est pas dissous par les acides; ce qui sembleroit annoncer que l'affinité de l'acide colorant seroit réellement la plus forte. On pourroit être tenté d'admettre une sorte d'affinité réciproque pour l'explication de ce phénomène, mais nous avons abandonné ces solutions par des mots qui n'expriment rien, & nous préférons de suspendre notre jugement jusqu'à ce que nous puissions le fonder sur la découverte de quelque circonstance qui, sans doute, nous échappe.

L'*acide prussique* paroît avoir plus d'action sur les chaux métalliques; mais il y a deux conditions pour qu'il contracte quelqu'union avec elles; l'une, qu'elles ne soient pas trop dépouillées de phlogistique; nous avons vu qu'il abandonnoit sur-le-champ l'étain, l'antimoine, le bismuth, & aussi le fer trop calciné; l'autre, que ces chaux soient unies à l'acide méphitique, car comme il y a dans ce cas double affinité, le dernier, quoique plus fort, cède la base métallique.

Cet acide uni à une terre métallique peut la quitter pour en prendre une autre, mais ce n'est jamais que par voie d'échange & à cause d'une double affinité. Si on met dans un flacon de la limaille de fer bien nette & non rouillée, que l'on verse dessus une dissolution de prussite mercuriel, & qu'on laisse quelques heures ce mélange digérer à froid, on trouve du *bleu de Prusse* formé, & le mercure réduit au point de blanchir sur-le-champ une pièce d'or; il est évident que c'est le phlogistique du fer qui décide cette décomposition.

L'illustre Bergman a remarqué que la dissolution aqueuse de la chaux blanche d'arsenic, à laquelle on avoit fait prendre un peu de fer, n'étoit point décomposée par les sels prussiques, tandis que le fer dissous dans l'acide arsénical étoit précipité par ces sels sous sa couleur bleue ordinaire. (*Opusc. tom. II, page 302, édit. fr.*) Il attribue ce phénomène au phlogistique trop abondant dans le premier de ces mélanges; mais il y en a une cause plus immédiate, c'est que la base acidifiable de l'arsenic, manquant du principe acidifiant qui lui donne son énergie, n'attire plus assez puissamment l'alkali du sel prussique, & j'en tire la preuve de ce que le fer n'est pas plus précipité de cette combinaison par l'alkali libre.

Il paroît d'abord surprenant que l'arsenic blanc soit précipité des acides par nos liqueurs d'épreuve, & qu'elles ne troublent pas la dissolution aqueuse de cette chaux; M. Bergman (*Dissertation sur les acides métalliques*) croit que cela vient de la grande quantité d'eau: mais il me semble que s'il y avoit précipitation, on feroit beaucoup plus embarrassé de l'expliquer, & d'indiquer la quatrième substance nécessaire pour le concours d'une double affinité.

Quoique l'*acide prussique* pur ait sûrement plus d'affinité avec les terres qu'avec les métaux, il a une tendance si marquée à s'unir avec ces derniers, quand il est en état de sel double, que l'on a fait un caractère, ou, pour mieux dire, un signe caractéristique de la nature métallique de cette précipitation par les sels prussiques. C'est ainsi que MM. Bergman & Schéele ont été conduits à regarder la *molybdène* & la *tungstène* ou *wolfran* comme des terres métalliques particulières, avant qu'on en eût acquis d'autres preuves, parce que la liqueur prussique décomposoit leurs dissolutions, qu'elle les précipitoit sous des couleurs propres & étrangères aux autres métaux avec lesquels on auroit pu les

confondre, favoir, la première *en brun*, & la feconde *en blanc*.

Cette propriété paroît tellement affectée aux métaux, que l'on a commencé à foupçonner que le *barote*, qui forme la bafe du fpat pefant, pourroit être une terre métallique, dès que l'on eut obfervé qu'il étoit en effet précipité de fes diffolutions par les fels pruffiques, à la manière des métaux.

Un autre phénomène que préfente l'*acide pruffique*, & dont il n'eft pas facile de rendre raifon, eft la fixité qu'il acquiert dans les combinaifons triples, tandis que réguliérement l'adhérence fe relâche à mefure que les bafes fe multiplient. Cet acide cède facilement les alkalis & les terres à l'acide méphitique ; mais ce fel double eft-il devenu furcompofé en prenant un peu de fer, ou peut-être de *bleu de Pruffe* tout formé ? il eft en état de réfifter aux plus forts acides. Au refte, ce n'eft pas feulement le fer ou le pruffite martial, dont la préfence rend la combinaifon des deux autres principes auffi permanente ; l'or, l'argent, le cuivre, & probablement (dit M. Schéele) plufieurs autres fubftances métalliques ont la même propriété.

La table de M. Bergman indique les affinités de cet acide dans l'ordre fuivant :

La potaffe.
La foude.
L'ammoniac.
Le calce.
Le barote.
La magnéfie.

Les chaux métalliques {
De zinc.
De fer.
De manganèfe.
De cobalt.
De nickel.
De plomb.
D'étain.
De cuivre.
De bifmuth.
D'antimoine.
D'arfenic.
D'argent.
De mercure.
D'or.
De platine.

L'eau.

On ne trouve ici ni l'alumine, ni l'efprit-de-vin, parce que jufqu'à préfent on n'a pu faire réuffir ces combinaifons ; il eft cependant probable que l'acide pur fe mêleroit à l'efprit-de-vin ; fi cela n'arrivoit pas, ce feroit un nouvel indice qu'il retient quelque principe qui l'approche de l'état de fel moyen, à-peu-près comme l'acide ourétique.

Il eft fi volatil, qu'il ne peut être queftion de fes affinités par la voie fèche.

Son action fur les huiles n'a point été examinée ; M. Brugnatelli rapporte feulement que l'alkali faturé de la matière colorante conferve la propriété de mettre les huiles en état de favon folide, foluble dans l'eau & dans l'efprit-de-vin, propre à enlever les taches des étoffes, & qui conferve auffi la propriété de la leffive colorante ; il affure en avoir fait l'expérience avec l'huile d'olive, & recommande avec raifon cette préparation comme pouvant devenir très-avantageufe en médecine, fur-tout à raifon de la quantité de fer qu'elle contient, quand la leffive colorante n'a pas été parfaitement purifiée. Cette obfervation paroît d'abord contraire à ce que j'ai dit, d'après M. Schéele, que cet acide décompofoit les hépars & les favons ; mais il faut faire attention que dans toute leffive colorante qui n'eft pas faite par combinaifon directe de l'acide avec une bafe, il y a une portion de fer qui y demeure, malgré toutes les rectifications, & qui, fervant d'intermède d'union de manière à produire, comme on l'a vu, un fel triple beaucoup plus fixe & plus permanent, peut très-bien être confidérée comme la caufe de la différence, & concilier les deux obfervations.

C'eft ainfi que dans toutes fes combinaifons cet acide, tantôt fi foible, tantôt fi puiffant, préfente des phénomènes qui paroiffent s'exclure & demander en quelque forte une théorie nouvelle, ou du moins plus développée pour s'appliquer à tant de faits d'un ordre nouveau. Ces confidérations m'ont décidé à en faire le rapprochement dans cet article, pour faciliter la recherche des vrais principes fur ce fujet auffi neuf qu'important.

ACIDE RÉGALIN, *eau régale*. Cet acide, qui eft compofé des acides nitreux & muriatique, a été ainfi nommé parce qu'il diffout l'or, appellé par les Alchymiftes le roi des métaux. On l'a regardé jufques dans ces derniers temps comme un acide mixte qui acquiert les propriétés qui le diftinguent de la compofition ou combinaifon des deux acides. Ce que nous avons dit à l'article *acide muriatique déphlogiftiqué* a déja fait connoître que c'étoit bien plutôt l'altération d'un des acides par l'autre, & nous en retrouverons ici de nouvelles preuves.

Il n'y a dans les anciens aucun paffage qui annonce qu'ils aient connu l'*eau régale*, ni aucun autre menftrue acide, capable de diffoudre l'or. On trouve bien dans *Agricola* quelques préparations pour féparer l'or de l'argent, dans lefquelles il fait entrer, avec d'autres fels, du fel commun ou du fel ammoniac, mais dont l'objet étoit toujours de purifier l'or, en attaquant les métaux qui lui étoient unis. *Ifaac le Hollandois* & *Bafile Valentin* font les premiers qui en aient parlé dans leurs écrits : l'un recommande de diftiller enfemble du fel & du nitre pour retirer un acide propre à diffoudre l'or ; & l'autre le défigne en plufieurs endroits de

ses ouvrages, sous le nom d'*eau régale*. On ne peut douter que *Beccher* n'ait regardé l'acide muriatique comme le vrai dissolvant de l'or dans l'*eau régale;* mais le fondement de son opinion étoit fort précaire, il faisoit dépendre cette affinité de la présence de la terre mercurielle dans l'esprit-de-sel. Enfin *Lemery* enseigna que les pointes de l'acide nitreux étoient grossies par l'addition du sel commun, que c'étoit pour cela qu'elles glissoient sur les pores de l'argent, & s'introduisoient dans les pores de l'or.

Je ne m'arrèterai pas davantage sur ces hypothèses, qui portent l'empreinte de leur âge, & qui n'ont plus besoin d'être discutées. Je passe à la préparation de l'*eau régale*, j'examinerai ensuite sa nature, sa manière d'agir sur les bases & ses affinités.

§. I. *De la préparation de l'*acide *régalin.*

On obtient cet acide toutes les fois que l'on met ensemble de l'acide nitreux & de l'acide muriatique, ou l'un de ces acides avec des sels qui contiennent l'autre, ou des sels neutres tenant ces acides, avec des mèlanges ou dans des conditions qui puissent les affranchir de leurs bases, ou du moins d'une portion de leurs bases. Cependant on conçoit que, suivant le procédé, la qualité & la proportion des sels employés, il doit en résulter un dissolvant plus simple ou plus composé, & dont les propriétés ne peuvent manquer de présenter des phenomènes différens; il est donc important de connoître les produits de ces opérations, soit pour être en état de reporter directement l'effet à sa cause, soit pour appliquer à chaque substance le dissolvant qui lui convient.

L'*eau régale* du commerce n'est, comme on l'a dit dans le dictionnaire des arts & métiers, qu'une eau forte retirée de la distillation du nitre de première cuite, qui, étant mêlé de beaucoup de sel commun, fournit en même-temps de l'acide muriatique, parce que cet acide plus foible est dégagé de sa base, dans le commencement de la distillation, par la première portion d'acide nitreux qui se trouve libre.

On nommoit autrefois dissolvant paisible (*menstruum sine strepitu*) une liqueur composée d'un peu d'eau [illegible] e nitre, de sel commun & d'alun, dans laquelle on faisoit dissoudre des feuillles d'or à l'aide de la trituration. On voit que l'acide vitriolique, porté par l'alun, servoit ici à mettre en liberté les deux autres acides par l'affinité plus puissante qu'il exerçoit sur leurs bases.

I. Il y a quatre manières de préparer l'*eau régale*, par distillation, par dissolution, par mélange & par imprégnation.

Par distillation.

On met dans une cornue de verre deux onces de sel commun & quatre onces de bon acide nitreux ordinaire; on place la cornue sur un bain de sable, on adapte un ballon à la cornue, on lutte les jointures des vaisseaux avec du lut gras, & on applique dessus des bandes de linge enduites de chaux vive détrempée avec des blancs d'œufs. On commence la distillation par un feu modéré, & on l'augmente peu-à-peu: aussi-tôt que le mélange s'échauffe, il s'élève des vapeurs rouges; à mesure qu'on augmente la chaleur, l'acide nitreux agit sur le sel, le décompose, s'empare de sa base & dégage son acide. L'acide muriatique & une partie de l'acide nitreux passent ensemble: lorsqu'on n'apperçoit plus de liqueur dans la cornue, on augmente le feu jusqu'à en faire rougir le fond, afin de faire passer tout ce qu'il est possible d'acide. Alors on délute le ballon; on verse ce qu'il contient dans un flacon à bouchon de crystal usé à l'émeri, & qui ferme exactement. Tel est le procédé indiqué par M. Baumé, & celui que l'on suit le plus ordinairement.

Lorsque le feu a été assez fort sur la fin de la distillation (dit ce Chymiste), la masse saline qui reste dans la cornue est parfaitement neutre, & ne contient point d'acide libre, parce que l'acide nitreux & l'acide muriatique sont volatils, & qu'ils éludent l'action du feu. Cette masse est fondue pour l'ordinaire, parce qu'elle est plus fusible que le sel commun; c'est un composé d'acide nitreux & de soude qui donne, par l'élixation, du nitre de soude & une portion de sel commun qui a échappé à l'action de l'acide nitreux. Je ne doute pas que si on examinoit ce résidu immédiatement après l'opération & avant que de le dissoudre, on n'y trouvât l'acide nitreux en état d'acide phlogistiqué, prêt à céder sa base à un acide d'un ordre inférieur, tout de même que quand on expose le nitre seul au même degré de chaleur. *Voyez* ACIDE NITREUX PHLOGISTIQUÉ.

Au lieu de sel commun, on peut employer dans cette distillation du sel ammoniac; mais les vapeurs sont plus expansibles & si difficiles à contenir, quand l'acide nitreux est un peu fort, que M. Baumé n'a pu, malgré toutes les précautions possibles, pousser cette distillation jusqu'à la fin, & que les vaisseaux ont toujours crevé avec explosion, dès que la liqueur commençoit à être un peu rapprochée. M. Cornette y est parvenu depuis, en donnant issue au gas rutilant qui se dégageoit; mais comme le sel qui doit rester dans la cornue est du nitre ammoniacal qui s'enflamme de lui-même sans contact de matière phlogistique, on doit bien se garder de pousser la distillation à siccité, comme dans l'opération précédente. M. Leonhardi a eu raison de dire que cette méthode étoit très-dangereuse.

On obtiendroit de même de l'*eau régale*, en traitant à la distillation de l'acide muriatique & des sels nitreux. Boerhaave indique ce procédé dans sa Chymie; les doses sont de deux parties d'acide muriatique ordinaire pour une partie de nitre très-

par; mais M. Cornette remarque avec raison que ce savant Chymiste s'est trompé lorsqu'il a dit que la masse saline restée dans la cornue étoit un vrai nitre. M. Cornette qui, dans son examen de la décomposition des sels par l'acide muriatique, a suivi ces opérations avec plus d'attention, a observé que six gros d'acide muriatique fumant décomposoient complettement une demi-once de nitre de soude, que les vapeurs qui s'élevoient avoient absolument l'odeur de l'*eau régale*, & que la crystallisation ne donnoit que du sel commun; qu'en faisant bouillir une once du même acide muriatique fumant avec une demi-once de nitre, il restoit bien dans la liqueur un peu de nitre non décomposé qui se crystallisoit en aiguilles, mais que la plus grande partie des crystaux étoit du muriate de soude; enfin, que l'acide muriatique traité de même avec le nitre ammoniacal donnoit du sel ammoniac coloré en rouge. (*Acad. roy. des Sc. ann. 1778, pag. 54 & suiv.*)

On peut obtenir, par distillation, de l'*eau régale* sans employer aucun de ces deux acides en état de liberté, mais seulement des sels qui les contiennent, & y ajoutant une troisième substance capable de retenir leurs bases. C'est ainsi que Boerhaave (187 *procédé*) assure avoir préparé une très-bonne *eau régale* en distillant deux parties de nitre, trois parties de vitriol & cinq parties de sel commun. On voit que cette opération est fondée sur les mêmes principes que ceux qui nous ont servi à expliquer les distillations séparées des acides nitreux & muriatique, & que le produit seroit le même en substituant au vitriol toute autre substance saline acide ou terreuse du nombre de celles qui agissent efficacement dans ces distillations.

Par dissolution.

Il suffit de faire dissoudre dans l'acide nitreux du sel commun ou du sel ammoniac, la liqueur prend sur-le-champ le caractère d'*eau régale*, & ce phénomène est conforme aux notions les plus simples des affinités; car l'acide nitreux étant le plus puissant, dès que la fluidité favorise le contact, il prend la base du sel muriatique, & dégage son acide qui reste dans le mêlange, avec la portion d'acide nitreux qui n'est pas à l'état de sel neutre.

M. Baumé emploie dans cette préparation une livre d'acide nitreux ordinaire; il y ajoute peu-à-peu quatre onces de sel ammoniac en poudre, & il agite le matras pour favoriser la dissolution, ou il le fait chauffer quelques instans, mais très-légérement; pour peu que l'acide fût concentré, & le col du matras étroit, les vapeurs qui s'éleveroient pendant la dissolution s'accumuleroient au point de faire crever le matras avec violence. Cette *eau régale* est l'*aqua stygia* des anciens Chymistes, elle a une odeur plus vive que les autres, elle conserve, même dans les flacons, un mouvement d'effervescence, & fait sauter les bouchons à la moindre augmentation de chaleur. C'est pourquoi M. Baumé recommande de ne la préparer qu'à mesure qu'on en a besoin.

La dissolution des sels nitreux dans l'acide muriatique donne aussi de l'*eau régale*, ce qui ne peut se faire sans qu'il y ait décomposition: or, comment cette décomposition peut-elle avoir lieu par un acide plus foible? Margraff, qui l'a le premier observée, en conclut simplement que l'*esprit-de-nitre & l'esprit-de-sel se dégagent réciproquement*. Mais nous avons vu que dans les principes des affinités cette réciprocité n'étoit susceptible d'aucun sens qui n'impliquât contradiction: aussi M. Bergman a-t-il placé ce cas singulier dans le nombre des anomalies apparentes; suivant lui, le phlogistique étant une des parties constituantes de l'acide muriatique, l'acide nitreux qui en est fort avide exerce sur ce principe, à l'aide de la chaleur, une attraction qui produit une affinité double. Quoique ce ne soit pas ici le lieu d'examiner la vérité de cette hypothèse, je ne dois pas négliger de faire observer avec ce grand Chymiste que le phénomène dont il s'agit élude toute autre explication, & présente réellement une difficulté insoluble pour ceux qui refuseroient d'admettre le phlogistique dans la composition de l'acide muriatique ordinaire, parce qu'il a lieu, non-seulement dans la distillation à siccité, c'est-à-dire à la chaleur sèche, qui suffit seule à désunir les principes du nitre, mais encore à la seule chaleur de l'ébullition: c'est un fait que M. Cornette a bien constaté par les expériences rapportées dans le mémoire que j'ai précédemment cité. Je ne crains pas que l'on objecte, pour affoiblir cet argument, que le même académicien a également décomposé les sels vitrioliques par l'acide nitreux; j'ai indiqué ailleurs une cause particulière de cet autre phénomène, qui est un excès d'alkali dans les vitriols de soude & de potasse. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE & AFFINITÉ DOUBLE.

L'*eau régale* qu'on obtient par voie de dissolution est toujours nécessairement chargée de sels neutres, dont il faut tenir compte dans les analyses, mais qui, dans plusieurs opérations, ne produisent aucun mauvais effet, & même décident des crystallisations de sels métalliques qui sans cela seroient impossibles, ou du moins très-imparfaites.

Par mêlange.

La méthode de mêler directement l'acide nitreux & l'acide muriatique libre est, sans contredit, la plus avantageuse dans les expériences, par la facilité de prendre ces acides parfaitement purs, de les choisir au degré de concentration que l'on desire, de déterminer plus exactement leurs proportions respectives, & sur-tout parce que les produits des combinaisons de l'*eau régale* qui en est formée sont plus simples, moins chargées de matières étrangères, ce qui est un article bien important dans leur examen.

J'ai préparé une *eau régale* avec deux parties d'acide nitreux rectifié à la manière de Meyer, & une partie d'acide muriatique redistillé sur du sel commun; la pesanteur spécifique du premier étoit de 1, 209, celle du second de 1, 126, le thermomètre étant à 15 degré dans ces liqueurs. Je m'attendois bien qu'il n'y auroit pas diminution de chaleur comme quand on dissout, par exemple, du sel commun dans l'acide nitreux, mais l'augmentation de chaleur pendant le mêlange fut moins considérable que je l'aurois imaginé, elle n'alla pas à 3 degrés. La pesanteur spécifique du composé devoit être par le calcul de 1, 1813, elle se trouva par expérience de 1, 1795, c'est-à-dire, qu'il n'y eut de différence que de 0, 0018, qui ne pouvoit être attribuée qu'à la raréfaction occasionnée par la chaleur. Ainsi il n'y eut point d'augmentation de densité, ni par conséquent de pénétration des deux acides, quoique la réaction se fût manifestée assez sensiblement par le changement de couleur : ces deux acides qui, séparés, étoient limpides comme l'eau, prirent au bout de quelques minutes la nuance jaune ordinaire de l'*eau régale.*

Par imprégnation.

Cette méthode a été annoncée par le célèbre Priestley, comme devant être d'une grande utilité, en ce qu'elle donne une *eau régale* incomparablement plus forte pour dissoudre l'or que l'*eau régale* ordinaire. (*Expér. &c. tome IV, pag. 229.*)

Elle diffère des précédentes en ce que l'on y emploie un des acides en état de gas, mais il n'est pas indifférent d'imprégner l'acide muriatique de gas acide nitreux, ou l'acide nitreux de gas acide muriatique; le premier procédé est le seul qui réussisse. M. Priestley dit avoir mis en usage tous les moyens qu'il a pu imaginer pour parvenir à imprégner à son tour l'esprit-de-nitre par le gas acide muriatique, & il lui a été impossible d'obtenir une liqueur capable de dissoudre l'or, ou qui fût à quelques égards différente de l'acide nitreux ordinaire.

Pour composer cette *eau régale*, M. Priestley fait dissoudre du bismuth dans de l'acide nitreux, & reçoit le gas, qu'il appelle *vapeur nitreuse*, dans des flacons de verre secs, communiquans à la manière de M. Woulfe. (*Voyez fig. 14 des appareils pour les gas*). On peut remplir d'abord les flacons de cette vapeur, & on y introduit ensuite l'acide muriatique qui doit l'absorber, ou on met un peu de cet acide dans la partie inférieure du flacon sur laquelle on fait après cela passer la vapeur nitreuse. Cette vapeur, qui est toujours rouge, n'est pas de l'acide nitreux aériforme absolument pur, puisqu'elle porte avec elle beaucoup de gas nitreux, & qu'elle se mêle à l'air des vaisseaux (*voyez* GAS ACIDE NITREUX); mais comme elle est plus pesante, elle forme la plus grande partie de ce qui reste en contact avec l'acide muriatique.

Dans cette opération, dit M. Priestley, l'acide muriatique de couleur de paille devient aussi-tôt de couleur orangée beaucoup plus foncée que celle que peut jamais prendre l'acide nitreux lui-même; la vapeur qu'il exhale est singuliérement piquante; il ne paroît pas augmenter beaucoup de volume, ce qui est d'autant plus remarquable que l'acide nitreux fait le principal volume de l'*eau régale* ordinaire. Quand il est saturé de cette vapeur, il donne de l'air, dont une partie est absorbée par l'eau, dont le surplus est du gas nitreux; pour peu qu'il soit chargé de cette vapeur, il dissout l'or, même à froid, avec la plus grande rapidité; il attaque aussi l'argent & produit du gas nitreux; il dissout le zinc & il s'en dégage du gas, qui ne diffère du gas inflammable ordinaire, qu'en ce qu'il brûle avec flamme verte, ce que M. Priestley attribue à un léger mêlange de gas nitreux.

M. Priestley indique encore une autre manière de faire cette *eau régale si efficace;* il suffit pour cela de décomposer du gas nitreux par l'air commun, ou encore mieux par l'air vital, en introduisant ces deux fluides élastiques dans un vaisseau contenant une certaine quantité d'acide muriatique qui en absorbe le produit.

II. Les proportions des deux acides varient ordinairement dans l'*eau régale*, suivant l'usage qu'on en veut faire, parce qu'on a observé que la composition qui convenoit le mieux à la dissolution d'un métal ne réussissoit pas également avec un autre métal, & que chacun de ceux que l'on traite par ce dissolvant exigeoit, en quelque sorte, qu'il lui fût approprié; il importe donc de connoître les doses de ces différentes préparations.

Pour l'or, l'expérience a appris que l'*eau régale* composée de quatre parties d'acide nitreux tenant en dissolution une partie de sel ammoniac, le dissolvoit mieux & en plus grande quantité. Une *eau régale* faite par le mêlange de deux parties d'acide nitreux & d'une partie d'acide muriatique peut prendre à-peu-près le huitième de son poids de ce métal.

M. Brandt a proposé, dans les mémoires de l'académie royale des sciences de Stockolm (*ann. 1752*), de faire chauffer d'abord l'acide nitreux sur l'or, & d'ajouter ensuite du sel commun peu-à-peu, & pour ranimer la dissolution lorsqu'elle s'affoiblit: il assure qu'elle se fait de cette manière avec bien plus de vivacité que dans une *eau régale* préparée d'avance.

Pour la platine, les meilleures proportions sont parties égales d'acide nitreux & d'acide muriatique; il en faut environ seize parties pour une partie de platine, même en se servant d'une cornue au lieu d'un matras, pour pouvoir recueillir & recohober l'acide qui s'élève par la chaleur de l'ébullition.

Pour l'étain, M. Macquer recommande une *eau régale* plus chargée d'acide muriatique, comme étant moins sujette à calciner ce métal. Celle qui est

est composée de deux parties d'acide nitreux & d'une partie de sel ammoniac ou d'acide muriatique concentré, peut tenir, suivant ce chymiste, en dissolutique claire à-peu-près son poids égal d'étain, sans qu'il s'y forme de propriété, si ce n'est dans un long espace de tems, pourvu que la dissolution ait été faite lentement & sans chaleur.

MM. Bayen & Charlard, dans leurs belles expériences sur le départ de l'arsenic allié à l'étain, se sont servi d'une *eau régale* préparée avec un acide retiré du nitre par l'intermède de l'argille rectifié à la manière de Meyer, dont la pesanteur spécifique étoit 1,3158, en y ajoutant par once 36 grains $\frac{1}{16}$ de sel ammoniac bien pur, & étendant ensuite cet acide régalin de deux ou même de trois parties d'eau, lorsqu'ils vouloient que l'arsenic fût séparé en poudre noire, & sans être attaqué.

Pour l'antimoine, on compose l'*eau régale* de 4 parties d'acide nitreux, & de 1 partie seulement d'acide muriatique ordinaire non concentré. On parvient à faire prendre le 16e de son poids de ce demi-métal, en observant de ne le jetter qu'en petits morceaux, de ne les jetter que successivement, quand les premiers sont dissous, & de n'employer qu'une très-douce chaleur.

Telles sont les principales compositions d'*eau régale*; quelques différences moins essentielles qu'exigent des cas particuliers ne méritent pas de nous occuper ici, & seront mieux placées en traitant des matières auxquelles on applique ce dissolvant. On voit que dans toutes ces préparations, c'est toujours la présence des deux acides qui en fait le caractère principal, & à vrai dire, unique. Il n'est pas aussi facile de rendre raison de l'efficacité des diverses proportions dans lesquelles on les combine suivant les circonstances; en général, on s'est borné jusqu'à présent à recueillir les faits qui indiquoient les meilleures proportions sans chercher à en pénétrer les causes, même sans s'attacher à former de ces observations une base sûre, en déterminant à chaque fois la pesanfanteur spécifique des acides employés; mais avant que d'essayer la résolution de cette question, il faut connoitre la nature de l'*eau régale*, c'est-à-dire, du produit de la combinaison des deux acides ou de l'altération de l'un par l'autre.

§. II. *De la nature & des propriétés de l'*acide régalin.

L'*eau régale* a des propriétés fort différentes des deux acides avec lesquels on la compose, elle dissout des corps que ces deux acides séparés ne peuvent attaquer; elle ne peut manifester ces propriétés nouvelles qu'autant qu'il y a eu combinaison, ou des deux acides sans décomposition, ou de quelques parties constituantes de l'un ou de l'autre, ensuite d'une affinité qui a décidé la décomposition. Ce n'est donc pas simplement un *acide mixte*, & cette expression, que l'on a prise si long-temps pour une explication suffisante, ne satisfait nullement à ce que l'on est dans le cas de desirer sur cette matière dans les principes de la chymie moderne.

Dès que le célèbre Schéele eut découvert que l'acide muriatique distillé sur la chaux noire de manganèse dissolvoit l'or, M. Bergman en fit l'application à l'*eau régale*; il supposa en conséquence que l'acide nitreux ne servoit ici que comme la chaux de manganèse, c'est-à-dire, à enlever à l'acide muriatique le phlogistique qui lui étoit naturellement uni, & dont la présence diminuoit ses propriétés actives. Cette hypothèse se présentoit avec d'autant plus de probabilité, que l'on savoit déjà que l'acide nitreux étoit fort avide de phlogistique, & que l'on avoit observé dans le mélange des deux acides les mêmes phénomènes que produit constamment l'acide nitreux, toutes les fois qu'il est mis en contact avec des matières phlogistiques, & qu'il ne produit qu'avec elles.

Cette explication, que j'ai annoncée à l'article *acide muriatique déphlogistiqué*, n'exigeroit d'autre développement que celui que j'ai eu occasion d'appliquer à tous les cas où une substance perd de son phlogistique, c'est-à-dire, qu'elle reçoit nécessairement en échange une portion d'air vital, principe acidifiant; *voyez* ACIDE NITREUX, ACIDE ARSENICAL. &c. après cela cette explication ne seroit pas susceptible de difficulté si l'existence même du phlogistique n'étoit aujourd'hui révoquée en doute par quelques-uns des plus célèbres Chymistes; mais, puisqu'ils croient pouvoir se passer de ce principe, il faut qu'ils rendent raison d'une autre manière des nouvelles propriétés de l'*acide régalin*. Voyons donc ce qu'ils mettent à la place de ce système. J'ai ici l'avantage de trouver toutes leurs objections réunies, appliquées directement à la matière qui nous occupe, dans un mémoire très-intéressant de M. Berthollet, lu à la rentrée publique de l'académie royale des sciences le 6 avril 1785, dont les expériences ont été presque toutes répétées dans le laboratoire de l'académie de Dijon, d'après la communication que ce savant a bien voulu me donner de son manuscrit, & qui vient d'être imprimé dans le journal physique, *t. XXVI*, *p. 321*.

M. Westrumb avoit bien publié, dans un des recueils périodiques de M. Crell (*Neuest. Entdeck. part. 7 & 8*), des expériences sur la vertu de la manganèse, de déphlogistiquer l'acide muriatique; mais son travail avoit pour objet principal l'examen de la manière dont elle dispose les acides à s'unir à l'esprit de-vin (*Voyez* ALCOHOL MURIATIQUE & ETHER). Pour conserver l'ordre des dates, j'en extrairai seulement les observations suivantes.

M. Westrumb a essayé de redistiller l'acide muriatique déphlogistiqué sur la chaux de manganèse, & il a reconnu qu'il n'en dissolvoit plus, que ses propriétés acides s'affoiblissoient de plus en plus.

Il a observé que l'acide vitriolique distillé sur

cette chaux acquéroit la propriété de donner des vapeurs rouges ayant l'odeur nitreuse, qu'elle en favorisoit la dulcification de même que des acides phosphoriques & tartareux.

Il assure que quoiqu'il y ait effervescence lorsqu'on jette de la magnésie ou terre du sel d'epsom dans l'acide muriatique ordinaire, une partie du gas dégagé est absorbée par le mêlange, & que l'acide est déphlogistiqué, ce qui le porte à soupçonner que cette terre & le gas retenu peuvent contribuer à la déphlogistication.

Nous savons présentement que la magnésie ne se trouve qu'accidentellement dans la manganèse, que la chaux de ce demi-métal purifié a la même vertu, enfin, que le minium ou chaux rouge de plomb opère précisément les mêmes effets sur l'acide muriatique : cependant ces expériences de M. Westrumb présentent quelques vues intéressantes qui méritent d'être suivies; celles que va me fournir le mémoire de M. Berthollet vont plus directement au but.

M. Berthollet paroit avoir été conduit à ses recherches sur l'acide muriatique déphlogistiqué, parce que, disent MM. Schéele & Bergman, que cet acide a la propriété de former avec les alkalis des sels absolument semblables à ceux de l'acide muriatique ordinaire, & que ce phénomène ne pouvant être expliqué que par la supposition que les alkalis lui restituoient en effet le principe inflammable qui lui manquoit, & cependant *sans éprouver eux-mêmes par cette perte aucune altération dans leurs propriétés*, ces faits devoient être rappellés à un examen plus exact, sur-tout depuis les nouvelles expériences sur l'origine du gas inflammable.

L'appareil dont s'est servi ce Chymiste pour se procurer en quantité l'acide muriatique déphlogistiqué, sans s'exposer à le respirer, mérite d'être connu, non-seulement parce qu'il rend cette opération moins désagréable & plus facile, mais encore par les observations neuves & très-curieuses qu'il lui a donné occasion de recueillir.

On met 4 onces d'acide muriatique fumant, & une once de chaux noire de manganèse pulvérisée dans une cornue tubulée, à laquelle on adapte d'abord un ballon ou un flacon vuide, & ensuite successivement trois autres flacons presque remplis d'eau distillée, entre lesquelles il y a communication établie par des siphons ou tubes de verre, à la manière de M. Woulfe (*voyez* DISTILLATION); enfin tous ces flacons sont *environnés de glace* contenue dans des vaisseaux, dont le fond est percé pour laisser écouler l'eau à mesure que la glace se fond, & donner la facilité de la renouveller sans rien déranger.

L'acide muriatique que j'ai employé pour cette opération au laboratoire de l'académie avoit été rectifié sur le sel commun; sa pesanteur spécifique étoit de 1,14125.

Les vapeurs commencent à se dégager abondamment sans le secours du feu; lorsqu'elles se rallentissent, on met des charbons dans le fourneau, où la cornue est placée dans un bain de sable, & on entretient le feu jusqu'à ce qu'il cesse d'en passer. On n'a pas besoin, pour cette opération, du fourneau de reverbère, il suffit de faire bouillir sur la fin la liqueur. On doit être très-attentif à saisir l'instant où cette distillation s'arrête pour ouvrir la tubulure de la cornue, ou rétablir d'une autre manière l'équilibre de l'air dans l'espace vuide des vaisseaux, sans quoi les siphons reporteroient de l'un à l'autre l'eau des flacons, & même jusques dans le premier récipient, ce qui confondroit tous les produits.

L'acide muriatique ordinaire qui passe se condense dans le récipient, ou dans le premier flacon qui en tient lieu, & s'y trouve mêlé avec une portion d'acide muriatique déplogistiqué, qui se présente aussi quelquefois en état concret, comme celui dont il va être question.

J'ai remarqué que cette liqueur tenoit toujours une quantité assez considérable de manganèse qui se déposoit à la longue sous la forme d'une poudre brune très-foncée. Peut-être cela ne venoit-il que de ce qu'on avoit donné trop d'inclinaison au bec de la cornue; mais ce phénomène ne prouve pas moins une forte d'adhérence de cette chaux à l'acide.

Lorsque l'eau du flacon qui est après ce récipient est saturé de gas acide muriatique déphlogistiqué, *ce gas prend une forme concrète*, il garnit d'abord la surface de la liqueur, comme une pellicule d'un blanc tirant légérement au jaune, & cette pellicule augmente à vue d'œil par les bulles qui s'élèvent & viennent crever au-dessus de la liqueur; il descend peu-à-peu au fond, à raison de sa pesanteur spécifique, un peu plus grande que celle de l'eau saturée. M. Berthollet a reconnu que cette dernière étoit de 1,003, le thermomètre étant à cinq degrés au-dessus de zéro. L'eau des flacons qui suivent se chargent du même gas, & j'en ai vu jusques dans le troisième en état concret.

A la plus douce chaleur; ce gas concret s'élève en bulles, & fait effort pour s'échapper sous forme de fluide élastique; on le fait disparoître promptement, en mettant seulement la main sous un flacon qui n'en contient qu'une petite quantité. Je l'ai cependant conservé plusieurs jours dans cet état solide, en tenant le vaisseau constamment environné de glace; son action m'a paru beaucoup plus foible sur les corps qui ne le dissolvent pas tout de suite, à-peu-près comme celle de l'acide vitriolique très-concentré se trouve très-affoiblie lorsqu'il est crystallisé par le froid.

Ce gas se combine à l'eau un peu plus facilement & plus abondamment que le gas acide méphitique.

La liqueur saturée du gas acide muriatique a des propriétés très-remarquables; je ne répéterai

pas ce que j'en ai dit précédemment (*voyez* ACIDE MURIATIQUE DÉPHLOGISTIQUÉ) : mais nous avons plusieurs faits à y ajouter ; leur ensemble forme la base de tous les argumens pour & contre l'un ou l'autre des systèmes que nous devons apprécier, je les exposerai ici tant d'après le mémoire de M. Berthollet, que d'après nos propres expériences.

Cette liqueur a une *saveur* austère, & qui ne ressemble pas à celles des acides.

Elle blanchit *les couleurs végétales* sans les faire passer au rouge, à la manière des acides; les alkalis ne peuvent plus les restituer ; leur addition même avec excès, dans cette liqueur, ne l'empêche pas de détruire ces couleurs, elle n'en produit que mieux cet effet.

Elle ne fait point d'effervescence avec la *terre calcaire*, ni avec les *méphites alkalins*, cependant elle contracte avec eux quelqu'union ; car lorsqu'on la mêle en proportion convenable, elle perd son odeur & sa couleur. Si on ajoute du vinaigre à ce mélange, l'effervescence se produit, & l'odeur de l'acide muriatique déphlogistiqué reprend toute sa vivacité. Nous avons remarqué que l'odeur du vinaigre masquoit le plus souvent celle du gas ; l'acide vitriolique blanc un peu étendu est plus favorable à la démonstration de ce phénomène. Un flacon contenant cette liqueur avec du méphite de potasse, & que l'on avoit laissé débouché pendant deux jours, manifesta encore très-sensiblement l'odeur de ce gas par l'addition de quelques gouttes d'acide vitriolique.

L'acide muriatique déphlogistiqué ne se combine pas non plus avec la *chaux* à la façon des acides.

Si on fait bouillir dans une cornue, à l'appareil pneumato-chymique, un mélange de cet acide muriatique déphlogistiqué avec du méphite de soude, il se dégage beaucoup de gas, dont une grande partie est de l'acide méphitique; l'autre partie est d'abord de l'air commun, & ensuite de l'air plus pur que l'air commun, mais les dernières portions ne sont presque que du gas acide méphitique. Nous avons employé à cette expérience l'alkali végétal crystallisé ou méphite de potasse ; & après l'absorption d'un tiers environ de gas acide méphitique, l'air qui restoit mêlé avec partie égale de gas nitreux a donné 0,54, à l'eudiomètre de M. Fontana.

Si on substitue dans cette expérience de la chaux au méphite de soude, il ne se dégage plus de gas acide méphitique, mais de l'air atmosphérique qui s'approche peu-à-peu de l'air vital, & qui se trouve à la fin de l'air vital très-pur.

Les sels restans dans les cornues, après ces expériences, se sont trouvés exactement semblables à ceux qu'auroient donné l'acide muriatique ordinaire, ainsi que l'avoient annoncé MM. Schéele & Bergman.

L'acide muriatique déphlogistiqué se comporte tout différemment avec *l'alkali volatil*, (*Voyez mémoires de M. Schéele, édit. fr. part. 1, pag. 73*). M. Berthollet a vu également que l'effervescence avoit lieu, lors même que l'alkali étoit caustique, qu'il se produisoit un gas particulier, que le mélange n'altéroit plus les couleurs, & qu'il en résultoit immédiatement un sel semblable au sel ammoniac ordinaire.

Lorsqu'on verse dans cet acide une dissolution nitreuse de *mercure*, il se forme du muriate mercuriel corrosif. Si on ajoute auparavant à cet acide quelques gouttes d'acide muriatique ordinaire, on a du muriate mercuriel en forme de précipité blanc. M. Berthollet indique ce procédé comme un moyen d'épreuve pour reconnoître s'il a passé de l'acide muriatique ordinaire avec l'acide muriatique déphlogistiqué.

En mêlant la dissolution nitreuse mercurielle avec les proportions convenables d'acide muriatique déphlogistiqué & d'alkali fixe, il n'y a point non plus de précipité blanc, il s'en forme quand on évapore le mélange au feu.

Nous avons observé que la chaux de mercure par l'acide nitreux, ou précipité rouge, mêlée à l'acide muriatique déphlogistiqué, lui enlevoit sur-le-champ & absolument son odeur. La chaux prend une couleur d'un jaune obscur.

Suivant M. Berthollet, l'acide muriatique déphlogistiqué dissout le *fer* & le *zinc* sans effervescence & sans qu'il se dégage aucun gas. J'ai tenté cette expérience sur le zinc avec cet acide le plus pur recueilli en état concret, j'ai aidé l'action du dissolvant, qui étoit très-lente, par une chaleur très-modérée, j'ai eu un fluide aériforme qui n'étoit ni du gas inflammable, ni de l'air vital, mais qui éteignoit la chandelle.

Voici le résultat de quelques autres expériences qui m'ont paru devoir servir à assurer les conséquences des phénomènes précédens.

Cet acide le plus pur, obtenu par la résolution en liqueur du gas concret, mêlé & agité avec le *gas nitreux* dans l'appareil au mercure, il y a eu absorption d'à-peu-près un quinzième du volume; le fluide aériforme restant, mêlé avec deux mesures d'air commun, a donné à l'eudiomètre 0,57.

Le même acide ayant été mêlé & agité avec le *gas inflammable* en différentes proportions, il n'a plus détruit les couleurs, il a altéré en rouge le papier bleu, il n'avoit plus qu'une très-foible odeur; le gas, après cela, s'est trouvé détonnant, quoique nous eussions pris les précautions nécessaires pour qu'il ne pût s'y introduire de l'air commun.

J'ai pesé très-juste deux portions d'*alkali volatil* concret de douze grains chacune (je l'ai pris en cet état pour être moins exposé à voir changer les quantités par l'évaporation spontanée pendant la manipulation). J'ai mis l'une de ces portions dans l'acide muriatique déphlogistiqué, l'autre dans

l'acide muriatique ordinaire, obfervant que dans ces deux mêlanges il y eût plutôt excès que défaut d'acide; les ayant laiffées quelques heures dans des flacons bouchés, j'ai mis les liqueurs à évaporer dans des capfules à l'air libre jufqu'à la cryftallifation : il s'en eft fallu bien près d'un tiers que la première ait produit autant de fel ammoniac que la feconde.

Des fleurs de *fouffre* enfermées dans un flacon avec le même acide, toujours provenant du gas concret, ont donné au bout de trois quarts d'heure, à froid, des preuves fenfibles de décompofition : plus d'odeur gafeufe, la liqueur rougiffant fortement le papier teint par le tournefol, & formant dans l'acète barotique du fpat pefant régénéré. Cette obfervation fe trouvant contraire à celle que M. Schéele a faite fur le foufre expofé à l'action de cet acide en état de gas, a été vérifiée par une feconde expérience.

Ayant verfé quelques gouttes de cet acide dans l'*hépar ammoniacal* ou foie de foufre volatil, la liqueur s'eft troublée fur-le-champ, enfuite tout a été rediffous, & le mêlange eft redevenu limpide; mais une nouvelle addition de l'acide y a occafionné un précipité abondant & qui n'a pas été repris.

L'*acide vitriolique fulfureux & noir* a perdu tout de fuite fa couleur par fon mélange avec notre acide, & l'odeur gafeufe s'eft trouvée fenfiblement affoiblie.

La *chaux blanche d'arfenic* a détruit plus complettement fon odeur.

Le *fucre* s'y eft diffous, mais fans former d'acide faccharin, & l'odeur a peu changé.

L'*efprit-de-vin* a détruit très-promptement la plus grande partie de l'odeur gafeufe; nous avons obfervé au fond du flacon quelques petits cryftaux en aiguilles, mais pas en affez grande quantité pour les examiner.

L'*huile effentielle de thérébentine* a un effet plus marqué, quelques gouttes ont fuffi pour détruire l'odeur, & quelque quantité qu'on ait ajouté du même gas muriatique en liqueur, on n'a pu rétablir ni épuifer, pour ainfi dire, la vertu de cette huile pour produire cette altération. Le mêlange devenoit laiteux par l'agitation, & reftoit un peu trouble quand l'huile s'en étoit féparée par le repos; il rougiffoit le papier bleu.

La *cire jaune* a blanchi dans cet acide en très-peu de temps.

Un cryftal bien net de *vitriol de mars* n'y a éprouvé aucun changement; la liqueur ne s'eft pas troublée, n'a pas perdu fenfiblement de fon odeur, il ne s'eft pas formé de précipité jaune, tandis que, fuivant M. Schéele, le gas muriatique déplogiftiqué rend ce fel jaune & déliquefcent.

Mais ce qui nous a bien plus étonné, a été de ne pouvoir réuffir, même à l'aide de la chaleur, à y décompofer le *phofphore* que M. Bergman affure être attaqué fur-le-champ par le gas muriatique déphlogiftiqué & réfous en vapeurs blanches, en régénérant le gas muriatique ordinaire (*Differtat. des attract. électives*, §. 17.). M. Angulo, qui avoit affifté & coopéré à la plupart des expériences que je viens de décrire, a répété celle-ci avec la plus grande attention & fans plus de fuccès; il a mis dans une petite cornue de verre huit grains de phofpore & une demi-once d'acide muriatique déphlogiftiqué, dont la plus grande partie étoit encore en état concret; il a expofé ce mêlange à un feu de lampe tel que l'on pouvoit tenir la main appliquée au fond de la cornue, auffi-tôt fon intérieur s'eft rempli de vapeurs d'un verd jaunâtre; il paffa en même-tems quelques bulles d'air qu'il reçut dans l'appareil pneumatique, c'étoit du gas muriatique déphlogiftiqué, & qui en avoit toute l'odeur. Ayant augmenté le feu par degrés, en approchant la lampe (à mèche circulaire, *voyez* FOURNEAU), M. Angulo vit le fragment de phofphore prendre un mouvement d'ébullition, & dans l'inftant la cornue fut remplie de vapeurs blanches très-épaiffes; il jugea qu'elles étoient produites par la combuftion d'un peu de phofphore lorfqu'il s'élevoit à la furface du liquide; il modéra le feu de manière que cette ébullition n'eut plus lieu, & cependant que l'effort du gas fit équilibre au poids de l'atmofphère qui tendoit à faire remonter l'eau de la cuvette dans la cornue: alors il n'y eut plus que des vapeurs de même couleur & de même odeur que les premières, c'eft-à-dire, de gas muriatique déphlogiftiqué.

L'opération finie, il fe trouva fept grains & demi de phofphore qui n'avoient pas été altérés; l'eau de la cuvette rougiffoit à la vérité très-foiblement le papier teint par le tournefol; le gas renfermé fous le récipient pneumatique parut diminuer un peu par l'abforption, il contenoit encore quarante-cinq pouces cubiques de fluide aériforme, dont une partie étoit de l'air commun des vaiffeaux, & celui qu'on avoit été obigé d'y laiffer rentrer en arrêtant l'opération; il n'étoit pas inflammable, il ne troubla pas l'eau de chaux; la chandelle y brûla comme dans l'air ordinaire, mais fans montrer une flamme plus vive; une mefure de cet air ayant été mêlée à une mefure de gas nitreux, il y eut deux tiers de mefure d'abforption.

III. Tels font les réfultats des expériences qui me font propres : avant que d'en tirer les inductions, je réunirai encore les obfervations de M. Pelletier fur le même fujet, & qui viennent d'être publiées dans le même cahier du journal phyfique, que le mémoire de M. Berthollet.

1°. Cet habile Chymifte a commencé par vérifier que la chaux noire de manganèfe contenoit réellement de l'air vital, comme l'avoit dit M. Prieftley, qui en avoit retiré en la traitant feule à la diftillation, comme l'avoient remarqué MM. Schéele & Bergman dans la diftillation de l'acide vitriolique fur cette chaux. Six onces de manganèfe de Piémont traitées de même avec l'acide

vitriolique lui ont donné vingt-cinq pouces d'air vital.

2°. Il a reconnu, comme les Chymistes suédois, que l'acide nitreux pur ne dissolvoit point la manganèse, que l'acide nitreux rutilant n'en dissolvoit que très-peu, & donnoit un peu de gas nitreux; que le même acide la dissolvoit très-bien au moyen de l'addition du sucre, & donnoit beaucoup de gas nitreux; il a observé particulièrement que la manganèse en régule se dissolvoit aussi très-bien dans l'acide nitreux pur, & qu'il y avoit *du gas nitreux produit*.

3°. Il a traité l'acide muriatique sur la chaux de manganèse, & il a apperçu d'abord une légère effervescence; quatre onces d'acide muriatique & une once & demie de manganèse ont fourni huit pintes de gas muriatique déphlogistiqué. Une chandelle plongée dans ce gas s'y est éteinte; mais en tenant la flamme à sa surface, *l'auréole de la flamme a pris une couleur verte*.

4°. Il a fait une *eau régale* par union simple des deux acides très purs: à l'instant du mêlange, il s'en dégagea un gas qui ressembloit à du gas nitreux auquel on mêle de l'air vital; il étoit rouge, & fut sur-le-champ absorbé par l'eau.

Il a fait passer du gas muriatique déphlogistiqué dans du gas nitreux, il a reconnu que ce dernier étoit promptement absorbé (quoique, suivant les expériences de M. Priestley, le gas muriatique ordinaire ait très-peu d'action sur lui); à peine les deux gas ont été en contact, ils se sont rendus visibles, & ont été promptement absorbés par l'eau.

5°. Il a tenté la combinaison directe de l'acide muriatique avec l'air vital, en plongeant dans l'acide une cornue remplie de cet air; il y a eu absorption, & l'acide s'est élevé dans le col de la cornue.

6°. Il a reconnu que lorsqu'on faisoit sous l'appareil pneumatique la précipitation de la dissolution nitreuse de mercure par l'acide muriatique, on obtenoit une très-grande quantité de gas nitreux qui étoit partie constituante de la dissolution mercurielle, & point d'air vital; que si on opéroit cette précipitation par les muriates alkalins, le gas nitreux se fixoit dans le sel neutre restant comme dans la distillation du nitre; qu'il en étoit de même dans les précipitations semblables de l'argent, du plomb & du bismuth.

7°. Ce Chymiste a encore observé que dans la dissolution des chaux de mercure par l'acide muriatique ordinaire, il n'y a nul dégagement de l'air vital qu'elles contiennent, mais seulement une grande chaleur; qu'il n'y a point de chaux revivifiée, comme l'a pensé M. Bergman, mais une simple séparation d'une portion de mercure non calciné quand on emploie le précipité rouge; que la dissolution des chaux d'étain, de bismuth, d'antimoine, &c. s'opère aussi dans cet acide sans dégagement de fluide élastique.

IV. Voilà sans doute un assez grand nombre de faits rapprochés pour éclaircir un seul point de théorie, mais il tient à toutes les opérations de la chymie; & ceux qui savent combien une seule observation peut rectifier nos idées, loin de se plaindre de la quantité, seront bien plutôt tentés de soupçonner qu'il nous manque encore quelque apperçu pour répandre la lumière, & d'indiquer ce qui reste à tenter pour y parvenir. Essayons cependant, d'après ces connoissances actuelles, d'apprécier les systêmes proposés.

Ces systêmes peuvent se réduire à trois, que je vais considérer séparément.

Première hypothèse.

C'est celle de MM. Schéele & Bergman; adoptée par MM. Wiégleb, Succow, Scopoli, Westrumb, Leonhardi, &c. elle n'a besoin que du phlogistique de Stahl. Ce principe, qui existe dans l'acide muriatique ordinaire, est attiré par la chaux noire de manganèse, qui en est privée & fort avide; en le reprenant elle devient soluble, & l'acide qui l'a perdu, acquiert la propriété de déphlogistiquer à son tour les métaux qui retiennent le plus opiniâtrement leur phlogistique, & qu'il étoit incapable d'attaquer auparavant.

Cette explication si simple ne suffit plus, dès qu'il est prouvé que dans cette distillation de l'acide muriatique sur la chaux de manganèse il acquiert de l'air vital; or, la plupart des faits que j'ai rapprochés en fournissent des preuves sans réplique. D'abord la manganèse tient de l'air vital: M. Bergman en a lui-même retiré en la traitant avec l'acide vitriolique (*Opusc. tom.* II, *pag.* 221.); & nous avons vu qu'elle en donnoit sans intermède. D'autre part, cet air vital s'unit dans l'opération à l'acide muriatique; je ne parle pas de la combinaison directe de ces deux principes, qui n'est pas encore à l'abri de toute difficulté, dont le produit n'a pas été suffisamment examiné par M. Pelletier, qui pourroit enfin ne pas réussir par affinité simple, sans qu'on en pût rien conclure; il y a d'ailleurs des preuves assez positives & assez multipliées de la réalité de cette combinaison; je n'en rappellerai qu'une qui me paroit sans réplique: le soufre & la chaux blanche d'arsenic ne peuvent passer à l'état d'acide sans recevoir & fixer de l'air vital, le seul contact de l'acide muriatique déphlogistiqué, même en liqueur, opère ces ces conversions, il les opère comme l'air dans la combustion du soufre, comme l'acide nitreux en digestion sur l'arsenic & le soufre; quand il les a opérées, il se trouve avoir perdu les propriétés qui le caractérisoient déphlostiqué: il est donc aussi certain qu'il tenoit de l'air vital, qu'il est certain qu'on ne peut donner que ce qu'on a.

Seconde hypothèse.

Ici l'air vital n'est pas seulement un agent nécessaire pour la production de ces phénomènes, il en est la cause unique, & le phlogistique n'y contribue pour rien; c'est l'opinion de M. Lavoisier, que M. Berthollet vient d'adopter après l'avoir long-tems combattue. Elle se divise naturellement en deux parties.

1°. L'influence de l'air vital. 2°. L'influence exclusive.

La première ne peut plus souffrir de difficultés après ce que je viens de dire de l'insuffisance de l'explication par le phlogistique seul.

La seconde est donc la seule qui doive fixer notre attention. Mais je suis forcé d'avouer que dans tous les faits que j'ai rapportés, je n'en vois pas un qui puisse servir à établir que l'air vital agit seul. La régénération des muriates ordinaires de potasse & de soude par notre acide, sans que l'on voie où il reprend le phlogistique, est ce qui paroit avoir frappé M. Berthollet: cependant ses expériences même me semblent plutôt avancer la solution de ce problème, que détruire l'hypothèse qui le fait naître. On pouvoit imaginer en effet que l'alkali, mis en contact avec l'acide muriatique déphlogistiqué, reprenoit tout de suite ses droits sur lui; & s'unissant par affinité simple directe, mettoit en liberté la substance qui masquoit ses propriétés ordinaires. C'étoit ainsi que l'entendoient la plupart des Chymistes même qui avoient répété les expériences de M. Schéele, puisque M. Westrumb dit précisément qu'en recevant le gas muriatique déphlogistiqué dans une dissolution d'alkali végétal, il a obtenu du muriate de potasse (*Crell. neuest. Entdeck. part. 8.*). Et il devenoit bien plus embarrassant d'expliquer comment, dans ce simple jeu d'affinités, l'acide retrouvoit du phlogistique, & à quel corps il le reprenoit.

M. Berthollet a vu les choses de plus près: il résulte de ses expériences, que les deux alkalis fixes forment, avec l'acide déphlogistiqué, des combinaisons actuelles tout-à-fait différentes de celles que donne l'acide ordinaire, au point que l'acide muriatique, en cet état, cède ces bases à l'acide végétal, & ce qui est plus remarquable encore, qu'il les reçoit sans dégager seulement le gas méphitique dont elles étoient saturées, sans que son action destructive sur les couleurs végétales en soit le moindrement affoiblie; de sorte que si le principe odorant gaseux de cet acide n'étoit réellement fixé dans ce composé, & fixé de manière à se manifester de nouveau par l'addition de toute matière capable de reprendre l'alkali, il faudroit dire, sans hésiter, qu'il y a plutôt mélange que combinaison.

Voilà sans doute une combinaison alkaline d'un genre nouveau, qui peut donner lieu à des questions assez curieuses, qui, réunie à plusieurs autres propriétés de notre acide, me semble indiquer que le calorifique ou matière de la chaleur joue ici un rôle important & encore peu connu; mais laissons cette conjecture, qui pourra prendre ailleurs plus de consistance, & suivons notre examen de l'influence exclusive de l'air vital.

1°. Il est démontré que l'acide muriatique déphlogistiqué forme, avec les alkalis fixes & les terres, des combinaisons absolument différentes de celles de l'acide muriatique ordinaire, & qu'il faut l'action du feu ou de la chaleur pour ramener les premières à l'état de sels neutres permanens, comme dans les dernières; dès-lors l'objection qui résultoit de leur identité supposée n'a plus à beaucoup près la même force, puisque nous connoissons déjà plusieurs opérations où la chaleur seule restitue le principe que nous nommons phlogistique, puisqu'il ne seroit plus nécessaire de supposer qu'il en existe dans l'alkali caustique, puisque s'il falloit admettre la résolution du gas méphitique en ses élémens pour indiquer le corps qui fournit le principe inflammable, lorsqu'on emploie les méphites alkalins ou terreux, on se retrouveroit encore dans des circonstances bien analogues à celles qui font passer quelquefois le gas méphitique à l'état d'air vital.

2°. Il est présentement bien reconnu que l'air vital est le principe acidifiant, qu'il donne les propriétés acides aux corps qui ne l'ont pas; si l'on soutient que c'est lui seul qui détermine par sa présence les nouvelles propriétés de l'acide muriatique déphlogistiqué, il faut que l'on nous fasse comprendre pourquoi il détruit plutôt qu'il n'augmente la qualité acide. Cette difficulté ne me paroit pas facile à résoudre.

3°. Si l'acide muriatique ordinaire existoit tout entier dans l'acide muriatique déphlogistiqué, & que celui-ci ne fût qu'une combinaison du premier avec l'air vital, le dernier devroit se composer & se décomposer par affinité simple, suivant les principes généraux des combinaisons, & c'est ce qui n'arrive pas. M. Berthollet a tenté sans succès l'union directe de l'acide avec l'air vital; & l'expérience de M. Pelletier, à cet égard, est si peu décisive, que la légère diminution d'air vital qu'il a apperçue peut très bien n'être qu'une condensation par refroidissement.

J'ai tenu pendant deux jours une cloche de verre remplie d'air vital plongée dans de l'acide muriatique fumant, dont la pesanteur spécifique étoit 1,164, le thermomètre étant à 20 degrés: l'acide n'est monté dans la cloche que d'une demi-ligne, & dans le temps de cette observation, le thermomètre avoit baissé de $5\frac{1}{2}$ degrés. L'air renfermé sous la cloche ayant été transvasé dans une bouteille, j'essayai d'en imprégner un peu d'eau par l'agitation, mais elle ne fit que rougir foiblement, & ne détruisit pas la couleur du tournesol. Que l'on place un des papiers réactifs les plus sensibles à une certaine distance au-dessus d'un flacon débouché, contenant de l'acide muriatique, de

manière que la vapeur n'y arrive qu'après avoir traversé l'air ambiant, la couleur sera seulement altérée en rouge & non détruite ; ainsi de deux choses l'une, ou il n'y a pas combinaison, ou elle ne suffit pas pour produire l'acide muriatique déphlogistiqué.

4°. La décomposition présente les mêmes difficultés. L'air vital ne se sépare pas non plus de l'acide muriatique déphlogistiqué par affinité simple, il n'agit pas comme air vital pur ; on a vu que lorsqu'il étoit en état de liqueur, il n'attaquoit pas le phosphore, qu'il n'absorboit pas le gas nitreux, qu'il ne jaunissoit pas le vitriol de mars ; & si tout cela arrive quand le feu le met en état de gas, c'est évidemment parce que la chaleur actuelle en décompose une partie, & que l'air vital qui s'en sépare recouvre & exerce sur-le-champ l'action qui lui est propre en état de liberté.

5°. Le phénomène de la destruction subite des couleurs végétales ne prouve pas mieux l'action exclusive de l'air vital. Ce n'est pas que je n'adopte entièrement l'application ingénieuse & très-utile que M. Berthollet en fait à l'épreuve des couleurs dans les arts ; mais nos papiers réactifs ne reçoivent aucune altération sensible lorsqu'on les plonge dans l'air vital en masse : il me semble que c'en est assez pour conclure qu'il n'y a pas encore affinité simple entre ce fluide & le principe colorant, que son action doit être secondée par la présence de quelqu'autre matière, & que cette matière se rencontre probablement pour opérer les dégradations plus lentes des couleurs abandonnées à l'air.

6°. Supposons cependant qu'en admettant l'air vital comme seul agent, on puisse encore, à un certain point, rendre raison de la plupart de ces phénomènes, tout comme on le faisoit précédemment par le phlogistique seul ; la preuve qui en résultera ne sera pas plus décisive en faveur du nouveau système, & cela tient à l'imperfection même de nos explications. Quand la science étoit moins avancée, on expliquoit tout à son aise, en supposant des modifications diverses d'une même matière ; nous en sommes venus à n'admettre des changemens de propriétés que par addition ou soustraction d'une matière quelconque, c'est déja quelque chose ; mais c'est loin encore de ce qu'il faudroit pour assurer nos théories. Avons-nous découvert qu'il entroit dans quelque composé, ou qu'il s'en séparoit, en certaines circonstances, une petite portion de matière ? nous ne croyons plus avoir intérêt de rien chercher au-delà ; cette cause sert à tout expliquer, précisément parce que les lumières nous manquent pour en circonscrire les effets, & restreindre la faculté de l'étendre arbitrairement à tous les changemens qui se trouvent produits. Mais *suffire*, en ce sens, est bien loin d'*exclure* : je me garderai donc d'examiner, sous ce point de vue des faits qui ne fourniroient en dernière analyse que des preuves négatives que l'on détruit aussi facilement que l'on les multiplie ; & puisqu'il est vrai de dire qu'en quelque nombre qu'elles se trouvent réunies, elles disparoissent toutes à-la-fois devant un seul fait positif, il vaut mieux tout de suite s'appliquer à la recherche de ceux qui paroissent mériter d'être considérés dans cet ordre.

Troisième hypothèse.

Il est possible que l'acide muriatique, à la manière des soufres, des métaux & de bien d'autres substances, ne se charge d'air vital qu'en cédant du phlogistique, & réciproquement ; de sorte que le concours des deux principes soit nécessaire dans toutes les opérations qui changent sa nature & modifient ses propriétés ; que cet échange ne s'opère que par le jeu des doubles affinités, & qu'il n'y ait plus lieu de s'étonner de l'insuffisance de l'affinité simple pour expliquer sa manière d'agir dans les différentes circonstances. C'est le seul système qui s'accorde avec les expériences de M. Crawford, sur la matière de la chaleur (*voyez* ACIDE MÉPHITIQUE) ; c'est celui qu'a proposé le docteur Elliot, celui que j'ai annoncé dans mes notes sur les opuscules de Bergman (*tom. II, pag. 363, 377, 399, &c.*), celui que j'ai suivi dans tous les articles que j'ai rédigés jusqu'à présent, parce qu'il soutient l'application à l'ensemble des faits, même à ceux qui paroissent le moins analogues ; au lieu que l'hypothèse qui rejette absolument le phlogistique, ne fait briller une lumière plus vive sur quelques parties que pour nous abandonner ensuite pour toujours dans les ténèbres.

La première partie de ce système, qui a pour objet l'influence de l'air vital, n'est plus problématique. La seconde, qui admet le concours du phlogistique, est tellement liée à l'existence de ce principe, qu'il n'y aura pas plus de doute quand une fois on aura été forcé d'avouer la réalité & l'identité de cette substance qui réduit les métaux, qui s'en sépare en état de gas inflammable, qui transforme les bases acidifiables en soufre & en sels essentiels, qui, agissant sur l'air vital par affinité de décomposition, en dégage la matière colorifique, & constitue par-là tous les combustibles, c'est-à-dire, un ordre de corps analogues entre eux, & essentiellement différens des autres. On sent que pour éviter les répétitions, je ne puis que renvoyer à cet égard aux articles où ces questions sont traitées ; mais dans le nombre des faits qui tiennent au sujet, il y en a plusieurs qui me semblent exiger l'application de cette doctrine ; ils lui serviront ici de preuves, en même-temps qu'elle servira à les expliquer.

1°. Nous avons vu que les alkalis fixes & les terres ne formoient, avec l'acide muriatique déplogistiqué, des sels semblables aux muriates ordinaires, que lorsqu'on appliquoit le feu à ces combinaisons ; mais il en est autrement avec l'*alkal volatil* : par le seul mélange à froid, on obtien

fur-le-champ du fel ammoniac ordinaire. Quelle peut être la caufe d'une différence auffi marquée ? Seroit-ce, comme le croit M. Berthollet, l'action directe de l'alkali volatil fur l'air vital ? mais fi cette action eft nulle quand les deux principes font refpectivement libres, il eft impoffible qu'elle devienne plus puiffante, par cela même que l'un des deux fe trouve déja combiné. Dira-t-on, au contraire, que cette différence eft produite par l'affinité fimple de l'alkali volatil avec l'acide muriatique ordinaire ? mais il faut donc nous faire concevoir comment la plus foible des bafes de ce genre acquiert dans le cas particulier la fupériorité fur toutes les autres, comment elle la conferve dans l'état de fel méphitique, comme dans l'état cauftique, au point de rompre l'union de l'acide muriatique, & d'en dégager l'air vital qui fe maintient contre l'action des alkalis fixes, même cauftiques. Il eft évident que cela ne peut avoir lieu que par affinité double, & dès-lors je demande que l'on me nomme la fubftance qui exerce ces nouvelles forces confpirantes néceffaires à l'effet. Cela ne fera pas difficile à ceux qui admettent avec nous le phlogiftique, puifque de toutes les bafes dont il s'agit, l'alkali volatil fe trouve précifément le feul qui jouiffe des propriétés des corps combuftibles, qui forme du foufre avec l'acide vitriolique, qui convertiffe l'acide nitreux en gas nitreux, &c &c. (*Mémoires de chymie de M. Schéele*, *édit. fr. part.* 1, *pag.* 94.), qui revivifie fubitement la chaux d'or à la moindre chaleur, &c. &c.; & fi on ajoute qu'il y a réellement une portion d'alkali volatil décompofé dans l'acte de fa combinaifon avec notre acide, il paroîtra peut-être fuffifamment démontré qu'il fournit quelque chofe de fa fubftance qui fert tout-à-la fois à dégager l'air vital, & à reftituer à l'acide ce qu'il avoit perdu.

2°. L'acide muriatique déphlogiftiqué, même en liqueur & à froid, transforme le *foufre* en acide vitriolique. A ne confidérer le foufre que comme un élément chymique qui ne fait que recevoir fans rien donner, l'acide muriatique comme un élément du même genre qui fe fépare fans rien emporter, nous retombons dans le cas abfolument infoluble d'une attraction élective nulle quand elle devroit agir plus efficacement, puifqu'il eft bien certain que l'air vital n'agit pas à froid fur le foufre. Ce que j'ai dit ailleurs de la bafe acidifiable phofphorique qui ne fe charge d'air vital qu'en communiquant du phlogiftique, & que l'on peut obtenir dans un état qui ne foit réellement ni phofphore, ni acide phofphorique, eft donc la feule manière d'expliquer cette décompofition d'une manière fatisfaifante.

3°. Cet argument s'applique à bien d'autres faits, & leur difparité ne fert qu'à en fortifier les conféquences : *l'efprit-de-vin* n'a pas une action directe fenfible fur l'air vital, & il faudroit fuppofer pourtant qu'il peut le reprendre inftantanément à l'acide muriatique. Il en eft de même par rapport à la décompofition totale & fubite de l'acide muriatique déphlogiftiqué par l'*huile effentielle de thérébentine* ; & ce font tout juftement de ces corps que tant d'autres propriétés bien conftatées nous ont fait nommer phlogiftiques.

4°. La décompofition par le *gas inflammable* ne peut guère, à la vérité, être confidérée que comme affinité fimple, puifque ce fluide n'eft que le phlogiftique même, mis en état de gas par la matière de la chaleur, & que cette matière fe trouve déja en excès dans l'acide muriatique déphlogiftiqué ; mais après tout ce qui précède, il eft aifé de juger quel eft véritablement le fujet de cette affinité: ce n'eft point l'air vital qui a fi peu de tendance à s'unir avec le gas inflammable, que le fimple contact ne fuffit pas pour procurer cette union, que hors de la combuftion, c'eft plutôt mélange que combinaifon, en un mot, qu'il n'en réfulte pas même équipondérance parfaite, puifque le gas inflammable s'élève dans l'air vital par fa légèreté fpécifique. C'eft donc l'acide muriatique qui tend à fe faturer de phlogiftique, & l'air vital, qui devient libre au même inftant, forme avec le gas inflammable le mélange détonnant.

5°. La couleur de l'*acide vitriolique noirci* par des matières phlogiftiques ne peut être affimilée aux couleurs végétales que par l'exiftence même du principe inflammable, quoiqu'il s'y trouve dans un état très-différent ; cependant cette couleur, fur laquelle l'air ambiant n'a aucune action ni rapide ni lente, eft effacée comme les autres par l'acide muriatique déphlogiftiqué, auffi-bien que par l'acide nitreux ; c'eft donc encore ici le phlogiftique qui eft principalement attiré, ou fi l'air vital concourt à l'action, s'il n'eft pas purement dégagé en totalité, il ne vient qu'en fecond ordre régénérer la portion d'acide vitriolique qui approchoit de l'état fulfureux, précifément comme nous l'avons vu dans la décompofition même du foufre.

6°. Enfin, pour juger de ce qui fe paffe dans une opération, il ne fuffit pas d'examiner une partie des produits : il eft bien démontré préfentement que l'acide muriatique paffe dans cette diftillation chargé de l'air vital qui étoit uni à *la manganèfe* ; mais celle-ci, en le cédant, *n'a-t-elle rien reçu en échange* ? La théorie ne fauroit être complette ni fûre qu'après la réfolution de cette queftion : or, les nouveaux faits qu'elle nous conduit à confidérer forment le complément de la preuve du concours du phlogiftique.

Il eft bien connu que les diffolutions acides de manganèfe préfentent des différences très-marquées, fuivant qu'on la prend en état de régule, en état de chaux blanche, ou en chaux noire.

Le *régule* donne avec les acides vitriolique & muriatique du gas inflammable, avec l'acide nitreux du gas nitreux. Ces deux produits gafeux ont néceffairement quelques rapports, comme dans les diffolutions de tous les autres métaux: je me bornerai à cette feule conféquence évidente pour ne pas

trancher

trancher ce qui est en question, en observant cependant, à cette occasion, que la dissolution du fer & du zinc dans l'acide déphlogistiqué, sans production de gas inflammable, qui paroît à M. Berthollet si favorable à la seconde hypothèse, trouve dans celle-ci une explication bien plus naturelle : l'acide reprend ce qu'il a perdu.

La *chaux blanche* se dissout très-bien dans les acides, & ne leur communique aucune couleur quand elle n'est pas mêlée de fer ; il ne s'en dégage plus ni gas inflammable ni gas nitreux, mais seulement du gas acide méphitique ; & ce qu'il faut bien remarquer, elle ne rend pas l'acide muriatique déphlogistiqué.

La *chaux noire* est à peine attaquée par ces acides à la digestion, ils n'en prennent qu'une très-petite quantité, ils forment des dissolutions rougeâtres.

Que l'on n'imagine pas qu'il n'y a ici de différence que par rapport à la quantité de terre dissoute ; on auroit bientôt la preuve du contraire, puisque les dissolutions de chaux blanche, de même que celles du régule, sont précipitées en blanc par les méphites alkalins, & les dissolutions de chaux noire en brun ; puisque la dissolution de chaux noire dans l'acide muriatique est décomposée par l'eau seule, tandis que la même dissolution à la chaleur de la distillation, ainsi que celles du régule & de la chaux blanche, ne peut être décomposée que par les alkalis (*Bergman*, *opusc. &c. tom. 2, pag. 217 & suiv.*). Je conserve depuis plus d'un an des crystaux de muriate de manganèse dans un bocal simplement couvert de papier.

A la chaleur de la distillation, l'acide vitriolique recohobé forme à la fin une dissolution non colorée, où l'alkali occasionne un précipité blanc. On l'obtient également de l'acide muriatique, & alors une portion de cet acide passe en état de gas acide muriatique déphlostiqué. L'opération est plus difficile avec l'acide nitreux ; on atteint cependant le point de saturation à force d'ajouter de nouvelle chaux noire, & nous avons vu que l'acide nitreux phlogistiqué, c'est-à-dire, chargé de gas nitreux, opéroit très-facilement cette dissolution.

Enfin, le sucre, la gomme, l'huile, le charbon, un métal ou toute autre matière appellée phlogistique ajoutée à l'acide nitreux pur, décide sur-le-champ la dissolution ; ajoutée à l'acide muriatique, *il n'y a plus de gas muriatique déphlogistiqué*, & la dissolution est aussi parfaite que quand l'acide subit cette altération.

Je demande maintenant si, même en abandonnant les preuves que nous avons d'ailleurs de la nature phlogistique, du gas inflammable & du gas nitreux, il n'en resteroit pas encore assez pour établir l'existence & le concours d'un principe différent de l'air vital, ou pour mieux dire, de nature opposée, au point qu'ils ne cohabitent pas, & semblent même s'exclure réciproquement. Que seroit donc, dans l'hypothèse contraire, cette chaux blanche, qui ne produit plus de gas nitreux dans l'acide nitreux, qui ne fournit plus d'air vital à l'acide muriatique ? Dira-t-on que c'est le régule simplement masqué par le gas acide méphitique qu'il a reçu de l'alkali précipitant ? Si cela étoit, il faudroit qu'après avoir abandonné le gas méphitique dégagé par l'action d'un acide plus puissant, il fournit encore à la distillation pneumatique du gas nitreux dans l'acide nitreux, du gas inflammable dans l'acide muriatique ; car les dissolutions du régule & de cette chaux se trouvant à la fin absolument dans la même condition, il suit nécessairement qu'elles ont dû prendre & retenir les mêmes principes : or, la chaux blanche ne donne en aucun temps ni gas nitreux ni gas inflammable : le régule a donc de plus ce qu'elle n'a pu ni garder ni fournir dans l'opération.

Aimera-t-on mieux supposer que la chaux blanche n'est autre chose que la chaux noire elle-même déguisée par sa surcomposition avec le gas acide méphitique ? Cela ne se peut encore, & la raison en est tout aussi évidente : l'existence d'une matière dans un corps étant donnée, il faut qu'elle se retrouve, soit dans l'un, soit dans l'autre des produits de son analyse : ici l'air vital ne se retrouve ni dans la cornue, ni dans les récipiens ; la chaux blanche ne recéloit donc pas la portion de ce fluide que la chaux noire fournit toujours dans les mêmes circonstances à l'acide muriatique aëriforme ?

Ira-t-on jusqu'à admettre que cet air vital se transforme pour lors en gas acide méphitique, & se dégage au premier instant avec celui qui préexistoit tout formé, sans que l'on puisse les distinguer ? Je ne nierai pas la possibilité de cette conversion qui s'opère réellement dans plusieurs circonstances analogues ; mais cette conversion ne s'opère que quand l'air vital rencontre la base acidifiable propre à cette composition ; il faudroit donc toujours une autre matière quelconque, & l'objection reste dans sa force ; il faudroit une autre matière du genre de celles qui constituent les combustibles, & l'objection tourne en preuve.

Il reste un dernier parti, c'est de dire que la chaux blanche ne retient précisément d'air vital que ce dont elle a besoin pour être soluble dans tous les acides ; & j'observerai en faveur de cette explication, que rien ne s'oppose à ce que l'on rende raison des divers phénomènes, aussi-bien par la différence des proportions, que par la variété des principes, puisque dans notre troisième hypothèse, c'est aussi la dose de phlogistique qui différencie le régule & la chaux blanche, & que l'air vital n'entrant dans un composé qu'en en chassant le phlogistique, & réciproquement, la quantité de l'un doit décroître en effet à mesure que celle de l'autre augmente. Mais il n'en est pas moins vrai qu'en ne mettant en jeu dans ces opérations d'autre substance que l'air vital, il est impossible d'indiquer *qu'est-ce* qui donne lieu à la production du gas inflammable & du gas nitreux pendant la dissolution de la manganèse en régule dans

les acides muriatiques & nitreux; *qu'est-ce* qui rend ces phénomènes correspondans ; *qu'est-ce* qui les fait cesser dans les mêmes circonstances ; *pourquoi* le sucre ajouté à l'acide nitreux par le rend capable de dissoudre la chaux noire, sans cependant former l'acide saccharin, comme quand il reçoit le principe acidifiant de l'acide nitreux ; *pourquoi* le sucre, qui ne donne jamais l'acide saccharin avec l'acide muriatique, fait pourtant que la chaux noire s'y dissout précisément comme la chaux blanche ; *pourquoi* la chaux noire perd sa couleur à la flamme intérieure du chalumeau, & la reprend à la flamme extérieure ; *pourquoi* le nitre fait le même effet que la flamme extérieure ; *pourquoi* il n'y a de détonnation qu'avec le régule ; *par quelle raison* les acides tartareux, saccharin, citronien, en un mot tous ceux qui sont susceptibles de laisser une matière charbonneuse, dissolvent si facilement la chaux noire ; *pourquoi* sa dissolution phosphorique perd spontanément sa couleur rouge sans précipitation : *pourquoi* l'acide vitriolique distillé sur le mercure devient capable de la dissoudre ; *pourquoi* cette chaux traitée avec l'acide vitriolique & l'éther donne du gas acide méphitique ; *pourquoi* le mélange de gas acide muriatique déphlogistiqué & d'esprit-de-vin s'échauffe, tandis que l'air vital seul ne fait aucune impression sur l'esprit ; *comment* il arrive enfin que ce gas attaque, même à froid, l'arsenic blanc sur lequel l'air vital n'a aucune action.

Ce n'est-là cependant qu'une foible partie des questions qui demeureront sans réponse, tant que l'on n'admettra dans ces compositions & décompositions d'autre agent que l'air vital, que l'on supposera que l'acide muriatique déphlogistiqué n'est que l'acide ordinaire surchargé de principe acidifiant. M. Pelletier a fait une application ingénieuse de cette hypothèse, quand il a dit que c'étoit l'air vital (ou plutôt l'excès d'air vital) qui défendoit la chaux noire de manganèse de l'action de l'acide nitreux ; mais lorsqu'il a opposé le cas de la dissolution du régule dans le même acide pur, il n'a pu dire autre chose, sinon qu'il y avoit production de gas nitreux, parce que, dans toutes les dissolutions de substances métalliques à l'état de régule, il y a du gas nitreux produit ou dégagé. J'ai bien annoncé que l'on pouvoit conjecturer, dans quelques circonstances, que le métal s'approprioit une portion de l'air vital de l'acide dissolvant ; mais la preuve démonstrative que ce n'est pas la pure base acidifiable qui se sépare, c'est que le gas nitreux est le seul de tous ceux que fournissent ces dissolutions qui puisse régénérer son acide.

Concluons donc que la troisième hypothèse est la seule qui puisse s'appliquer d'une manière satisfaisante à tous les phénomènes ; qu'il y a réellement un principe combustible, sulfurant, métallisant, de nature différente de l'air vital, de nature opposée à celle du calorifique, suivant l'expression de M. Carradori ; que toutes les découvertes faites jusqu'à ce jour confirment les preuves de son existence plutôt que de les détruire ; qu'ainsi l'acide muriatique déphlogistiqué ne reçoit l'air vital qu'autant qu'il perd de son phlogistique, & que sa tendance à reprendre l'un en cédant l'autre est la base de ses propriétés particulières. Cela ne nous empêchera pas d'admettre aussi dans sa composition une portion du principe calorifique qui sert à le mettre en état de gas, & qui lui est fourni par la chaux de manganèse : nous avons vu que ce demi métal étoit précipité de ses dissolutions les plus parfaites en état de chaux noire par les alkalis caustiques ; & la preuve que dans ce cas la terre métallique fixe une partie du calorifique, c'est qu'il ne se produit pas la même quantité de chaleur, à beaucoup près, que si on eût combiné directement la même mesure d'alkali avec le même acide. Cette observation capitale n'a pas échappé à l'illustre Bergman. *Opusc. &c. tome II, pag. 399.*

V. Ces principes posés, il est facile d'en déduire la composition actuelle de l'*eau régale* : l'acide muriatique éprouve de la part de l'acide nitreux la même action que de la part de la chaux noire de manganèse ; l'air vital d'une partie de l'acide nitreux déplace le phlogistique qui est naturellement uni à l'acide muriatique ; ce phlogistique rencontrant la base acidifiable ou radical nitreux, produit avec le calorifique que l'air abandonne ce que nous appellons gas nitreux, & le mélange acquiert la propriété de dissoudre l'or, de même que l'acide muriatique déphlogistiqué, en faisant échange avec lui d'une partie d'air vital contre une partie de phlogistique.

Deux faits principaux appuient cette théorie : l'un est la production du gas nitreux dans le mélange des deux acides, comme dans la formation des acides *arsenical*, *saccharin*, &c. l'autre est l'adhérence sensiblement plus marquée de l'or avec l'acide muriatique qu'avec l'acide nitreux, au point que si on fait évaporer une dissolution d'or faite dans une *eau régale* préparée par la dissolution du sel commun dans l'acide nitreux, on obtient des crystaux d'or, dans lesquels on ne retrouve que l'acide muriatique. *Bergman, dissertat. XXXIII*, §. *18*.

L'observation de M. Pelletier, que l'*eau régale* peut tenir en dissolution une assez grande quantité d'or, tandis que l'acide muriatique déphlogistiqué n'en dissout que quelques grains, semble au premier coup-d'œil indiquer une manière d'agir différente : mais pour donner à cette objection une base solide, il faudroit commencer par examiner plus exactement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent les résultats comparés de ces dissolutions, & même les quantités d'acide réel qui existent dans l'un & l'autre dissolvant. En effet, à en juger seulement par la densité, il n'est pas étonnant qu'il y ait une très-grande disproportion entre les produits

du premier, dont la pesanteur spécifique n'est jamais que de 1, 003, & les produits du second, dont la pesanteur spécifique se trouve communément au-dessus de 1, 180, & peut être portée au-delà de de 1, 500, de sorte qu'à quantités égales en poids, celui-ci peut tenir en effet dix fois autant d'acide muriatique réel que l'autre. On doit observer encore que l'or ne se dissout bien dans l'*eau régale* qu'à l'aide de l'ébullition, qu'il est possible que l'acide muriatique déphlogistiqué uni à l'acide nitreux ne retienne plus la même quantité de calorifique qui le met en état de gas, qu'il soit susceptible d'une plus grande condensation, & acquiert plus de fixité, sans que ce véhicule différent change la vraie manière d'agir de l'acide actif, & influe autrement que sur la quantité. Enfin, j'ai fait digérer à froid des cornets d'or de départ dans de l'acide muriatique déphlogistiqué en liqueur, que j'avois obtenu par le procédé de M. Berthollet, & je puis dire que j'ai été étonné de la quantité de chaux pourpre qui en fut précipitée par l'étain.

On imagine bien que les Chymistes, qui préfèrent la seconde hypothèse, expliquent tout autrement la manière d'agir de l'*eau régale;* & quoique leur système ne me paroisse pas fondé, je ne dois pas négliger d'en donner l'exposition entière, puisque c'est le seul moyen de mettre le lecteur à portée d'en juger. M. Berthollet ayant eu la bonté de m'envoyer le précis d'un mémoire qu'il a lu à l'académie au mois d'avril dernier (1785), & non encore imprimé, je ne puis mieux faire que de laisser parler lui-même ce célèbre académicien, dont les observations & les idées ont déja tant contribué à avancer la science.

« Je crois prouver dans ce mémoire (*dit M. Berthollet*) que lorsqu'on mêle de l'acide nitreux » dégasé & blanc avec de l'acide marin, ou lorsqu'on fait l'*eau régale* avec le sel ammoniac, il » se forme de l'acide marin déphlogistiqué qui se » dégage, & qu'on trouve exactement semblable à » celui qu'on retire de la manganèse; de là vient » l'effervescence qu'on remarque lorsqu'on fait l'*eau* » *régale*. Mais à mesure qu'il se forme de l'acide » marin déphlogistiqué, c'est-à-dire, à mesure » que l'acide marin se combine avec une partie » de l'air vital de l'acide nitreux, il se forme proportionnellement du gas nitreux qui est retenu » dans l'*eau régale*, qui lui donne sa couleur, & » dont on peut le dégager par la chaux. C'est par » une double affinité que l'acide marin peut se combiner avec l'air vital de l'acide nitreux, quoiqu'il » ait moins d'affinité avec l'air vital que le gas nitreux. D'un côté, le gas nitreux se combine » avec l'acide marin & l'acide nitreux de l'*eau* » *régale*; & de l'autre, l'air vital d'une partie » de l'acide nitreux se combine avec une partie » de l'acide marin. Lorsque tout s'est mis en équilibre, on ne trouve point ou presque point » d'acide marin déphlogistiqué dans l'*eau régale*, » & elle ne détruit presque pas les couleurs végétales, ce qu'elle fait aussi-tôt que l'on y ajoute » un peu de muriate aëré. Je crois donc qu'il est » peu exact de dire, avec M. Bergman, que l'acide nitreux rend déphlogistiqué l'acide marin » de l'*eau régale*; mais l'or & le mercure mis dans » l'*eau régale* qui ne fait plus effervescence, agissent par leurs propres affinités : ils se combinent, » d'une part, avec l'air vital de l'acide nitreux, » & en dégagent du gas nitreux, & de l'autre côté, » avec l'acide marin. Pour les autres métaux qui » peuvent se dissoudre immédiatement dans l'acide » marin, ils reçoivent l'air vital, nécessaire pour » la dissolution, de l'eau qu'ils décomposent, & » dont ils dégagent le gas inflammable ».

M. Pelletier pense également que les phénomènes qui se présentent dans la préparation de l'*eau régale* sont ceux qui s'observent dans la déphlogistication de l'acide muriatique par la manganèse, *avec cette différence que dans l'eau régale, il y a de plus l'absorption du gas nitreux*, & que c'est à la nouvelle union de l'acide muriatique déphlogistiqué avec le gas nitreux qu'est due l'action particulière de ce dissolvant sur l'or.

Quelque ingénieuses que soient ces applications de la nouvelle hypothèse de l'air vital, comme agent unique, il est aisé de voir qu'elles ne se soutiennent pas par elles-mêmes, qu'elles n'acquièrent de vraisemblance qu'autant que l'on suppose d'avance toutes les preuves détruites de l'existence du phlogistique, non-seulement dans l'acide muriatique ordinaire, mais aussi dans l'or & le gas nitreux. Il me suffira donc de rappeller, 1°. que le gas nitreux ne paroît pouvoir concourir dans aucun cas à la dissolution de l'or (*voyez acide nitreux*, §. *VI*); 2°. que l'expérience directe de M. Pelletier sur l'absorption considérable du gas nitreux par l'acide muriatique déphlogistiqué ne réussit point avec cet acide en liqueur (*voyez ci-devant, section II*), quoiqu'il fût d'ailleurs facile de concilier ce phénomène avec la double affinité du phlogistique, tout de même que la décomposition du soufre; 3°. qu'en admettant cette absorption du gas nitreux, il ne seroit plus possible de considérer l'*eau régale* autrement que comme un simple mélange dans lequel se retrouveroient toutes les parties constituantes, & dans le même ordre de composition, puisqu'il est avoué que l'acide muriatique ordinaire n'a aucune tendance à s'unir directement avec le gas nitreux; 4°. enfin, que dans cette supposition d'un simple mélange, il n'y auroit encore rien de plus probable pour rendre raison de la dissolution de l'or, que les deux actions simultanées, savoir, celle du métal sur l'air vital de l'acide nitreux, & celle du phlogistique de l'acide muriatique sur le radical nitreux.

Au reste, je n'ajouterai rien aux preuves que j'ai déja données de la nécessité de cette double affinité, & de l'existence du principe qui en est le sujet; il me reste assez d'occasions de les développer, à moins que l'on ne parvienne à ca dé-

montrer réellement l'erreur. Je n'ai pas besoin de dire qu'en quelque temps que je reçoive cette conviction, fût-ce même dans le cours de la rédaction d'un des articles de cet ouvrage, je me ferai gloire d'en donner tout de suite l'aveu : telles doivent être les dispositions de tout homme qui aime la vérité, & qui n'écrit que pour contribuer à ses progrès.

§. III. *De l'action de l'acide régalin sur différentes bases, & de ses affinités.*

L'*eau régale* s'unit à l'eau comme tous les autres acides, & donne plus ou moins de chaleur, suivant sa concentration, c'est-à-dire, qu'une partie du calorifique de l'eau devient libre & sensible, & que ce fluide perd en même temps de sa capacité de chaleur.

Comme on ne s'est attaché à reconnoitre les propriétés de ce dissolvant qu'avec les substances qu'il étoit seul en état de dissoudre, ou dont il donnoit une dissolution plus parfaite, on a peu examiné son action, & les résultats de ses combinaisons avec les bases terreuses & alkalines. Il paroit que ces bases régénèrent des sels ordinaires à deux parties, savoir, des nitres, s'il n'y en a que pour l'acide le plus puissant, & des nitres & des muriates en même temps, & néanmoins distincts, suivant l'ordre de leur crystallisation, si ces bases y sont portées en quantité suffisante pour la saturation des deux acides. Il est aisé de voir que ce n'est pas ici une simple séparation de ces acides, puisqu'ils n'étoient pas simplement mêlés : cette décomposition de l'*eau régale* s'explique dans nos principes de la même manière que la production des muriates ordinaires dans l'acide muriatique déphlogistiqué.

Cette décomposition de l'*eau régale* a lieu même avec quelques substances métalliques, car ; comme le dit l'illustre Bergman, elle ne forme pas toujours des sels triples, ou lorsque les substances qu'on lui présente sont solubles dans l'un & l'autre acide séparément, les combinaisons qui en résultent se distinguent communément par leur crystallisation, du moins en partie.

J'ai déja annoncé que l'*eau régale* étoit le dissolvant propre de l'*or* & de la *platine* ; les propriétés de ces dissolutions seront exposées à l'article des sels produits par l'*acide régalin*, auxquels, suivant nos règles de dénominations, je donne le nom générique de régaltes. *Voyez* RÉGALTE DE PLATINE, RÉGALTE D'OR, *&c.*

D'après les essais que j'ai faits sur l'or, de l'*eau régale* par imprégnation, je ne puis trop en recommander l'usage : deux gros d'une *eau régale* ainsi préparée, qui n'étoit pas même saturée de vapeur nitreuse, ont dissous à froid 12 grains $\frac{19}{32}$ d'or de départ qui a été précipité par une feuille d'étain, partie en pourpre minéral, partie en or révivifié formant pellicule épaisse.

Je me félicite de recevoir à temps la troisième partie de l'excellent mémoire de M. Kirwan, *sur les affinités des acides minéraux*, pour placer ici ce qui peut enrichir cet article. Il résulte de ses expériences, que les meilleures proportions pour la dissolutions de l'or sont de trois parties d'acide muriatique réel, & d'une partie d'acide nitreux ; que l'un & l'autre doivent être aussi concentrés qu'il est possible, quoiqu'il soit alors difficile d'en faire le mélange sans qu'il s'en dissipe une partie, à cause de la violence de l'effervescence, & que la dissolution s'opère mieux à la longue que par l'application de la chaleur. Suivant ce célèbre académicien, 100 grains d'or ont exigé 246 grains d'acide réel dans les proportions ci-dessus ; l'état de concentration dans lequel il a pris ses acides étoit de 1,465 de pesanteur spécifique pour l'acide nitreux, & 1,178 pour l'acide muriatique : la chaleur qu'il y a appliquée n'a pas excédé 90 ou 100 degrés du thermomètre de Fahrenheit (de 26 à 31 de Réaumur) ; il ne s'est dégagé que très-peu de gas, & la dissolution s'est faite très-lentement. Il croit que l'*eau régale* composée avec l'acide nitreux & le sel commun ou le sel ammoniac n'est plus disposée à donner des crystaux d'or que parce qu'elle est naturellement beaucoup moins délayée que celle qui se fait par la combinaison des deux acides. Comme il ne paroît fonder cette opinion que sur une analogie qui pourroit bien, dans le cas particulier, se trouver en défaut, on peut suspendre son jugement jusqu'à ce qu'elle ait été confirmée par l'expérience. *Transact. philosoph. Tom. LXXIII.*

L'*argent* ne se dissout pas dans l'*eau régale* ; mais ce n'est pas à dire qu'il n'y ait aucune action réciproque dans le contact de ces substances ; l'acide nitreux abandonne l'acide muriatique pour attaquer le métal ; à mesure qu'il se dissout, l'acide muriatique s'en empare, & le précipite sous forme de muriate d'argent, parce que ce sel est peu soluble. Ainsi l'argent passe à l'état de sel, & l'*acide régalin* est décomposé. La seule différence qui se rencontre dans la dissolution par l'acide muriatique déphlogistiqué, c'est que le premier effet résulte d'une double affinité, savoir, celle de l'acide sur le phlogistique du métal, & celle de l'air vital dont l'acide est surchargé, qui, agissant sur la terre du métal à la faveur du calorifique, le rend soluble par l'acide régénéré dans son état ordinaire.

On emploie l'*eau régale* pour séparer l'or de l'argent par une sorte de départ inverse, que MM. Bergman & Leonhardi regardent comme le plus sûr pour obtenir l'or absolument pur. *Voyez* DÉPART *par l'eau régale.*

Le *mercure* se comporte de la même manière avec l'*eau régale* ; c'est l'acide nitreux qui opère la dissolution, & l'acide muriatique la décompose. Ainsi, tout se passe ici comme lorsqu'on ajoute de l'acide muriatique à une dissolution nitreuse mercurielle, excepté que l'ordre des phénomènes est

moins successif & plus rapproché. Il n'y a pas de doute que le mercure ne porte aussi dans cette combinaison la même quantité d'air vital qui est nécessaire pour le rendre soluble; au lieu de la trouver dans cet acide même, comme quand il est déphlogistiqué, il le reçoit, ou l'a reçu précédemment, d'un autre acide qui a subi en conséquence la décomposition partielle qui se manifeste dans tous les cas semblables par la production du gas nitreux. On peut voir à l'article *muriate mercuriel* les propriétés du sel qui résulte de ces dissolutions. Les différens états dans lesquels il se présente, de sel corrosif, de sel doux, de précipité blanc, ne se prêtent plus aussi arbitrairement à toutes les hypothèses depuis que l'on en connoît la vraie cause. C'est dans tous les cas du muriate mercuriel corrosif qui se forme d'abord, ainsi que l'a prouvé M. Schéele (*mém. de Chymie, édit. franç. part. I, pag. 224*); mais ce sel a la propriété de se charger d'une portion de métal non calciné, il peut la recevoir ou à la sublimation, ou d'une dissolution nitreuse, dans laquelle elle se trouve aussi quand elle est parfaitement saturée, & alors il passe à l'état de muriate mercuriel doux. Le précipité blanc n'est que du muriate mercuriel doux qui retient accidentellement un peu de muriate mercuriel corrosif.

Il ne faut pas chercher maintenant d'autre explication du phénomène dont j'ai parlé à l'article acide muriatique déphlogistiqué (*page 138*), & qui avoit fait croire à l'illustre Bergman que l'acide marin ordinaire révivifioit la chaux de mercure; ce n'est plus qu'une séparation de la portion de métal complet qui existoit dans la dissolution.

Lors même que l'*eau régale* tient plus d'acide muriatique qu'il n'en faut pour précipiter tout le mercure, il en reste toujours dans la liqueur; ce qui prouve seulement que l'acide nitreux peut retenir une portion de muriate mercuriel.

Le *cuivre* donne, dans l'*eau régale*, une dissolution d'un bleu verdâtre: comme le mélange des dissolutions nitreuse & muriatique de ce métal prend la même couleur, il y a lieu de croire, ainsi que le remarque M. Weigel, que l'*eau régale* n'agit ici que comme acide mixte, ou, pour mieux dire, que les produits se trouvent à la fin de l'opération de même nature. M. Bertholet a observé que l'acide muriatique déphlogistiqué donnoit promptement aux chaux bleues de cuivre une couleur verte pareille à celles qu'elles prennent lorsqu'elles sont long temps exposées à l'air. J'ai éprouvé la même chose avec la dissolution nitreuse bleue de cuivre; mêlée dans un flacon avec de l'acide muriatique déphlogistiqué, elle a passé au verd en quelques heures, tandis que le mélange d'un acide muriatique ordinaire blanc n'a fait qu'affoiblir l'intensité du bleu. On voit tout de suite que ce phénomène ajoute aux preuves de notre théorie toutes celles que nous avons d'ailleurs de la présence du principe inflammable dans ces chaux bleues. (*Voyez* CHAUX MÉTALLIQUE & NITRE DE CUIVRE). On pourroit être tenté de conclure de ces observations rapprochées, que dans l'*eau régale* l'acide muriatique n'agit pas précisément comme déphlogistiqué, puisque donnant par lui-même une dissolution verte, & devant dans cette supposition détruire la couleur bleue de la dissolution nitreuse, la dissolution régaline devroit être absolument verte; mais il me paroît aisé de donner la solution de cette difficulté, l'action des deux acides, qui sont capables d'agir chacun séparément, met en liberté assez de phlogistique dès les premiers instans, pour restituer à l'acide muriatique ce qui pouvoit lui manquer & lui enlever la propriété qu'il reçoit de cette privation; le gas inflammable qui se dégage même dans la dissolution de cuivre par l'acide muriatique seul, est une preuve assez démonstrative de la surabondance de ce principe: & puisque l'acide muriatique sec, en état de gas non condensable par le froid, présente le même phénomène avec les métaux, on ne peut plus douter que ce ne soient ces corps mêmes qui en fournissent la matière.

Le *plomb*, lorsqu'il est pur, n'est presque pas attaqué par l'*eau régale*. MM. Bayen & Charlard ont essayé de faire dissoudre dans une *eau régale* forte trois grains seulement de plomb; le matras étant sur du sable très-chaud, il s'excita un mouvement d'ébullition qui leur parut être celui d'une effervescence; mais, après trois heures de feu, les petits filets de plomb ne se trouvèrent ni diminués, ni corrodés. Ces habiles Chymistes ayant observé que cependant l'*eau régale* ne faisoit pas le départ de l'etain allié au plomb, prirent le parti d'introduire dans le matras 9 grains d'étain pur, qui, ainsi que les 3 grains de plomb, furent dissous dans un instant (*Recherches sur l'étain, page 171*). Cette expérience répétée avec le même succès, tantôt à froid, tantôt à chaud, tantôt avec de l'*eau régale* forte, tantôt avec de l'*eau régale* affoiblie, présente deux faits intéressans; l'un est l'indissolubilité presque totale du plomb dans l'*acide régalin*, l'autre est un métal qui, par son alliage avec un autre, devient très-soluble dans un menstrue qui n'avoit sur lui qu'une très-foible action. J'ai déja donné un exemple du dernier, d'après l'observation de M. Tillet, sur la dissolubilité de l'alliage de platine & d'argent dans l'acide nitreux. Il y a ici une circonstance de plus, & qui est bien favorable à l'hypothèse que j'ai proposée sur la force peu connue des dissolvans composés; c'est qu'il n'est pas besoin que les métaux soient alliés d'avance, l'*eau régale* agit sur le plomb dès qu'elle a commencé à prendre de l'étain.

L'*étain* se dissout dans l'*eau régale* forte ou concentrée, préparée de la manière que j'ai précédemment indiquée, avec rapidité & chaleur spontanée considérable. Suivant MM. Bayen & Charlard, $\frac{1}{100}$ de bismuth allié à l'étain suffit pour rallentir l'action de l'acide, au point que la quantité

d'étain, de 30 grains, par exemple, qui étoit dissoute en moins de deux minutes, l'est à peine après quatre à cinq heures.

M. Fontana a observé que la dissolution d'étain dans l'*eau régale* donnoit un gas particulier. *Voyez* GAS ACIDE RÉGALIN, & RÉGALTE D'ÉTAIN.

L'*eau régale* dissout le *fer*; la dissolution est moins rouge que celle faite par l'acide nitreux, elle participe de la dissolution dans chacun des acides séparés, elle est incrystallisable. M. Zimmerman ayant dissous peu-à-peu sans chaleur une partie de limaille de fer dans de l'*eau régale* composée de huit parties d'acide nitreux, & d'une partie de sel ammoniac, trouva sur le filtre une terre d'un blanc jaunâtre qui, calcinée avec la poussière de charbon, fut attirée par l'aimant. Cette dissolution étendue d'eau déposa à la longue une terre absolument blanche, & ayant été évaporée en consistance de magma, le résidu fut insoluble dans l'eau. M. Poerner regarde l'*acide régalin* comme le meilleur dissolvant pour obtenir la chaux martiale.

Le fer précipite l'or de l'*eau régale* avec l'éclat métallique; on se sert de cette propriété dans les arts pour dorer de petites pièces d'acier; mais il faut que la dissolution d'or soit avec le moins d'excès d'acide possible. M. Baumé conseille de l'évaporer jusqu'à crystallisation, & de faire redissoudre dans l'eau les crystaux, après les avoir fait égoutter sur le papier gris.

L'*eau régale* est le dissolvant propre de l'*antimoine*: on a vu les proportions dans lesquelles elle devoit être composée; il faut voir pour les propriétés de cette dissolution, l'article *régalte d'antimoine*.

L'*acide régalin* a très-peu d'action sur le *bismuth*, & c'est sur cette propriété que MM. Bayen & Charlard ont fondé le départ de l'étain allié de ce demi-métal. *Voyez* DÉPART DE L'ÉTAIN.

Il sert également à départir l'étain & le fer de l'*arsenic*; mais il faut pour cela qu'il soit étendu de beaucoup d'eau, qu'il n'y ait que la proportion d'acide convenable, & que l'opération se fasse à froid; alors l'arsenic se sépare en poudre noire. L'*eau régale* concentrée, aidée de la chaleur, dissout très-bien l'arsenic, ou plutôt le fait passer à l'état d'acide, comme quand on ajoute de l'acide nitreux dans une dissolution muriatique de l'arsenic. *Voyez* ACIDE ARSENICAL.

L'*eau régale* peut être employée à préparer la dissolution de *cobalt*, qui porte le nom d'encre de sympathie. *Voyez* RÉGALTE DE COBALT.

On a fait au surplus peu d'expériences avec l'*eau régale* sur les autres demi-métaux. Suivant M. Succow, elle a une action plus forte sur le *zinc* que chacun des deux acides séparément; cette dissolution n'est pas précipitée par l'eau pure, comme M. Ph. de Limbourg l'avoit avancé; on n'a pas examiné si l'*acide régalin* concentré donneroit un muriate solide de zinc ou beurre de zinc, comme M. Gallish a observé que l'acide muriatique déphlogistiqué le faisoit immédiatement.

Comme M. Westrumb a reconnu que l'acide muriatique déphlogistiqué redistillé plusieurs fois sur la chaux noire de *manganèse*, n'en dissolvoit à-la-fois qu'une extrêmement petite quantité, & la laissoit dans le même état, j'ai pensé qu'il seroit intéressant d'examiner dans les mêmes vues la manière dont l'*acide régalin* se comporte avec cette chaux, sur-tout celui qui est préparé par imprégnation, & que j'ai reconnu avoir une odeur piquante bien plus approchant de l'odeur de l'acide muriatique déphlogistiqué, que celle de l'*eau régale* ordinaire, quoiqu'il ne fasse non plus que rougir les couleurs sans les détruire: cette *eau régale* versée dans un flacon où j'avois mis de la chaux noire de manganèse bien pulvérisée, & que j'eus soin de tenir bien bouché, se trouva au bout de quelques heures avoir pris une odeur tout autrement caractérisée de gas acide déphlogistiqué; son expansibilité s'étoit tellement augmentée, qu'elle fit sauter plusieurs fois le bouchon, quoique le flacon fût plongé dans l'eau froide, & un morceau de papier bleu présenté à son orifice perdit sur-le-champ sa couleur, qui ne put être restituée par les alkalis. Cette expérience me semble ajouter aux probabilités que j'ai déja annoncées, que c'étoit le principe de la chaleur ou calorifique de la chaux métallique qui constituoit la vraie différence entre l'acide muriatique déphlogistiqué & l'*eau régale*.

Suivant M. Baumé, le *nickel* se dissout dans l'*eau régale* avec les mêmes phénomènes que dans les acides nitreux & muriatique.

La table de M. Bergman indique les affinités de l'*acide régalin* dans le même ordre que celles de l'*acide muriatique déphlogistiqué*, & que l'on trouvera à cet article. La terre barotique y occupe le premier rang, & les deux alkalis fixes précèdent le calce & la magnésie.

L'*acide régalin* ne m'a pas paru avoir plus d'action sur le bleu de Prusse que l'acide nitreux; il ne décompose aussi les prussites qu'à la chaleur de la distillation, lorsqu'ils sont à l'état de sels triples (*Voyez* ACIDE PRUSSIQUE). J'ai été bien plus étonné de voir que cette couleur n'étoit guères plus attaquée par l'acide muriatique déphlogistiqué en liqueur & à froid, tandis que le célèbre Schéele a observé que lorsqu'on traitoit à la distillation six parties de chaux noire de manganèse avec une partie de bleu de Prusse, celui-ci étoit entièrement décomposé, & qu'il ne passoit que de l'acide méphitique & de l'alkali volatil, parce que la manganèse retenoit le phlogistique (*Neuesten Entdeckungen*, &c. *Crell*, *part. XI*). Ce ne fut qu'après deux jours que le bleu de Prusse enfermé dans un

flacon avec l'acide muriatique déphlogistiqué prit un coup-d'œil sensiblement verdâtre.

L'eau régale agit sur les substances végétales & animales, suivant le degré de concentration, à-peu-près comme l'acide nitreux; cependant l'acide muriatique le plus déphlogistiqué, mêlé à la dose seulement d'un quart à l'acide nitreux fumant, lui fait perdre la propriété d'enflammer les huiles essentielles; il ne les convertit pas même en charbon, mais seulement en écume jaunâtre, qui bouillonne foiblement à la surface du mélange, & exhale une odeur très-pénétrante. Les acides sont absolument décolorés dans cette opération, ils ont l'apparence d'une eau trouble, & ne s'éclaircissent que quand le mouvement & la chaleur cessent entièrement (1).

ACIDE SACCHARIN, *acide du sucre.* Ces noms ont été appropriés par tous les Chymistes à l'acide que donne le sucre par l'intermède de l'acide nitreux, quoiqu'on puisse l'obtenir de plusieurs autres substances: je ne vois point d'inconvénient à les lui conserver, sur-tout le premier, pourvu que l'on détermine avec précision l'idée qu'il faut y attacher, & rien ne m'a paru plus capable de prévenir toute confusion, que d'avertir dans le début que le sucre lui-même peut fournir des principes à la composition de cinq acides très-différens, savoir:

1°. L'*acide méphitique*, comme toutes les substances végétales.

2°. L'*acide tartareux*, quand il a subi la fermentation vineuse.

3°. L'*acide acéteux*, quand il a passé de la fermentation vineuse à la fermentation acéteuse.

4°. L'*acide syrupeux*, analogue aux acides empyreumatiques que tous les muqueux fournissent à la distillation.

5°. Enfin l'*acide* que nous appellons *saccharin.*

Ce dernier sera le principal sujet de cet article, quoique les questions importantes qu'il a fait naître m'obligent d'y réunir tout ce que nous connoissons de la nature du sucre.

La découverte de l'*acide saccharin* est due à l'illustre Bergman, qui en fit la matière d'une thèse soutenue à Upsal par M. Arvidson, le 13 juin 1776, c'est-à-dire dans un temps où le plus grand nombre des Chymistes étoit encore imbu des anciens préjugés sur l'existence d'un acide unique, universel, principe de tous les autres, où il falloit être soutenu par la confiance du génie, pour oser annoncer un nouvel acide propre de son genre. Avant cette époque, on regardoit le sucre comme un sel essentiel où l'acide commun à tous les sels essentiels végétaux se trouvoit enveloppé par le mucilage. *Beccher* avoit dit positivement, dans sa physique souterraine, qu'en distillant le sucre fermenté, on en retiroit un esprit ardent; que le résidu de la distillation redissous dans son propre esprit laissoit précipiter du *tartre;* que si on redissolvoit cette dissolution, il restoit dans la cucurbite un *acide doux*, & qu'en exposant à une chaleur continue toute la masse fermentée, on en obtenoit en peu de temps *un très-fort vinaigre. Boerhaave* rapporte aussi que le sucre distillé en vaisseaux clos donne un esprit acide pénétrant, & qu'il peut être converti en vinaigre par la fermentation. Enfin, on avoit observé depuis long-temps dans le sucre une saveur légérement acide qui faisoit impression sur les dents, & qu'il n'étoit pas possible d'attribuer à un commencement de fermentation, ainsi que le remarque M. Cadet, dans ses notes sur la Chymie de Spielman.

Lorsque parut la dissertation de M. Bergman, on ne manqua pas de s'élever contre l'introduction de ce nouvel être dans la classe des acides. Le célèbre *Wallerius*, qui, pour l'intérêt de sa propre gloire, auroit dû se montrer moins jaloux de celle de son compatriote, alla jusqu'à soutenir que l'*acide saccharin* n'étoit que du sucre dissous dans l'acide nitreux ordinaire; l'illustre *Macquer* ne pensa pas lui-même qu'il fût possible de démontrer que l'acide nitreux n'entroit pas dans sa composition, & tout récemment M. *Wiegleb* a cru pouvoir conclure de ses expériences, que cet acide concret n'étoit qu'une combinaison de l'acide nitreux avec le phlogistique. Nous verrons que les lumières acquises sur l'air vital, principe acidifiant, doivent dissiper ces nuages & remplir ce qui pouvoit manquer à la théorie complette de la formation de cet acide: mais il faut, avant de la développer, faire connoitre les matières dont on le retire, & les procédés de l'opération; nous examinerons ensuite sa nature & ses affinités.

§. I. *Du sucre & de la manière de l'extraire & de le rafiner.*

Le *sucre* est un sel essentiel végétal, d'une saveur douce & agréable, tellement caractérisée, qu'elle est devenue le terme de comparaison de la saveur de tous les corps doux ou sucrés. Beccher & Hoffman l'ont nommé muqueux condensé, *mustum densatum;* Boerhaave le regardoit comme un principe particulier qui ne ressembloit à aucune autre matière; qui n'étoit pas un sel, puis-

(1) Pendant l'impression de cet article, M. Angulo me fait part d'une observation qui peut avoir des conséquences importantes pour le point de théorie que j'examine vers la fin du §. II, & qui confirme ce que je n'avois pu qu'entrevoir: il a tenu en contact pendant un mois entier, de l'acide muriatique déphlogistiqué avec le gas nitreux, & il n'y a pas eu d'absorption

qu'il s'enflammoit au feu; qui n'étoit pas du genre des huiles, puisqu'il cryſtallifoit; qui n'appartenoit pas à la claſſe des ſels eſſentiels, puiſqu'il étoit ſuſceptible de fermentation.

Il eſt aſſez difficile de déterminer le temps auquel le ſucre a été connu; il eſt certain qu'il ne doit pas être confondu avec le *saccharon* dont parle *Dioſcoride* & *Pline*, eſpèce de miel qu'on recueilloit en Arabie & dans l'Inde, non des roſeaux, mais dans des roſeaux, & qui n'étoit employé qu'à des uſages médicinaux. A la vérité, *Solin* rapporte que les Indiens préparoient une boiſſon en exprimant le ſuc doux des racines d'une eſpèce de roſeau, mais ils n'avoient pas imaginé d'en tirer le ſucre en forme concrète.

Le roſeau ou canne à ſucre (*arundo ſaccharifera, ſaccharum officinarum. Linn.*), qui le produit en ſi grande quantité, vient originairement des Indes orientales, où il croit naturellement; il fut tranſporté des Canaries dans les Antilles, par les Eſpagnols, après la découverte de l'Amérique. On ne s'attend pas à trouver ici ni les caractères botaniques de cette plante, ni ſa culture, ni les détails de l'art de fabriquer & de raffiner le ſucre: ces objets appartiennent à d'autres parties de l'Encyclopédie que l'on peut conſulter; mais cela ne me diſpenſe pas de remonter à la matière première, de la ſuivre rapidement dans ſes différentes préparations pour ſaiſir les obſervations chymiques ſur ſa nature, & en tirer les conſéquences utiles à la perfection de ces opérations.

Lorſque la canne à ſucre eſt mûre, on en exprime le ſucre en la paſſant entre des cylindres; ce ſuc exprimé eſt le *vin de cannes* ou *vezout*; il eſt très-diſpoſé à la fermentation tant qu'il eſt en liqueur, & il faut ſe hâter de le rapprocher par l'évaporation pour en prévenir l'altération ſpontanée. Pour cela, on le fait bouillir dans de grandes chaudières, diſpoſées à la ſuite les unes des autres, & on le tranſvaſe de l'une dans l'autre à meſure qu'il ſe concentre; c'eſt dans la dernière, qui s'appelle la *batterie*, où il reçoit le dernier degré: on le tire alors dans des caiſſes de bois, où il ſe coagule, ou plutôt ſe cryſtalliſe confuſément en refroidiſſant, & prend le nom de *moſcouade*, *caſſonade* ou *ſucre brut*. La portion qui reſte fluide eſt ce qu'on nomme *ſirop* ou *melaſſe*, que l'on deſtine à la fermentation pour en retirer l'eau-de-vie de ſucre, ou *taffiat*.

Le vézout n'eſt-il au ſortir de la canne que du ſucre cryſtalliſable diſſous dans l'eau ſurabondante? Faut-il en ſéparer quelque autre partie pour obtenir la cryſtalliſation? Tient-il actuellement quelque acide qu'il faille neutraliſer? Y a-t-il quelque ſubſtance huileuſe qu'il faille porter à l'état de ſavon pour en débarraſſer le ſel eſſentiel? Le ſirop qui s'en ſépare n'eſt-il enfin que le produit de l'altération du ſucre même par le feu? Telles ſont les queſtions qui ſe préſentent naturellement à l'eſprit du Chymiſte, & dont il paroît qu'il ne peut chercher plus ſûrement la ſolution que dans la pratique de ceux qui s'appliquent depuis ſi long-temps à la fabrication de cette matière précieuſe; mais il s'en faut bien que cette pratique ſoit au degré de perfection qu'elle peut attendre, & elle appelle elle-même les ſecours de l'analyſe pour travailler à y parvenir.

Quelques propriétaires Américains ayant ſu que j'avois réuſſi à régler la cuite des ſucres au raffinage par le moyen d'un inſtrument approprié, me propoſèrent, il y a deux ans, de l'appliquer à la cuite du vézout dans les colonies; je fis en conſéquence pluſieurs expériences qui ſe trouvent décrites dans un mémoire imprimé dans le recueil de l'académie de Dijon (*ſecond trimeſtre*, 1783). Un de ces propriétaires s'étoit même chargé de me faire venir des cannes de Saint-Domingue, pour que je puſſe opérer ſur le ſuc qui en ſeroit immédiatement exprimé; mais, quoique l'on eût pris la précaution de les enfermer toutes fraiches dans des tubes de fer blanc, ſoudés aux deux extrémités, elles ſe ſont trouvées gâtées à leur arrivée en France; de ſorte que je n'ai pu prendre pour baſe que mes eſſais ſur le ſucre brut: je vais en extraire ce qui me paroît convenir au ſujet que je traite. On jugera probablement que la différence que met la première cuite entre le vin de cannes & la caſſonade n'eſt pas aſſez conſidérable pour qu'on ne puiſſe en tirer des conſéquences, ſur-tout lorſque l'on conſidère que ce ſont préciſement les mêmes moyens qui ſervent, avec les mêmes avantages & les mêmes inconvéniens, à faire paſſer ce ſucre de première cuite à l'état de ſucre parfaitement raffiné, & que la caſſonade à qui on a rendu l'eau peut, juſqu'à un certain point, être aſſimilée au vézout.

Le vézout, ainſi que la caſſonade rediſſoute, laiſſe toujours à la cryſtalliſation une partie plus ou moins conſidérable de ſirop, eſpèce d'eau-mère qui reſte ſous forme fluide: eſt-ce un produit de la ſéparation d'une matière étrangère au ſucre, ou bien eſt-ce du ſucre même altéré & devenu incryſtalliſable dans l'opération? Voilà ſans doute une queſtion fort importante, mais ſur laquelle je ne penſe pas que l'on puiſſe héſiter; la dernière opinion eſt démontrée par la variété des produits d'un même vézout, ſuivant que l'opération a été bien ou mal conduite, & par le déchet conſtant de la matière concrète à chaque cuite, à chaque cryſtalliſation, ſoit qu'on opère ſur le ſuc récemment exprimé, ſoit qu'on prenne le ſucre déja concret. Je ſais bien que dans la cryſtalliſation des ſels les plus fixes, les moins ſujets à ſe décompoſer, il reſte toujours une portion de ſel dans le peu de liqueur qui s'en ſépare, mais on parvient à l'en retirer par une nouvelle évaporation; & puiſque cela n'arrive pas dans le cas particulier, c'eſt qu'il s'eſt formé une eau-mère aux dépens d'une portion de ſel, & qui peut en retenir encore une autre portion en diſſolution.

On

On sera d'autant moins étonné qu'il se forme ici un sel incrystallisable, que le feu, & même l'action des acides concentrés, produisent la même altération sur le sucre le mieux crystallisé, en le portant à un certain point à l'état d'acide, non de l'*acide saccharin* proprement dit, mais d'un autre acide analogue à celui que le sucre fournit à la distillation, ainsi que les autres végétaux, & dont je ferai bientôt une mention particulière. Il seroit cependant intéressant de savoir si immédiatement après l'expression du suc de la canne, avant toute action du feu, le vézout recèle déja une partie de ce sirop ou sel incrystallisable.

Pour en juger autant qu'il étoit possible sur la cassonade redissoute, j'ai employé l'esprit-de-vin, l'évaporation spontanée & la congellation.

L'*esprit-de-vin*, si commode pour crystalliser tout de suite les sels sujets à s'altérer, n'est ici d'aucune utilité; il détermine bien la séparation d'une portion de matière qui a la consistance de mucilage rapproché; mais comme il dissout une certaine quantité de sucre, plus on en ajoute, moins on obtient de ce sel en état concret.

J'ai abandonné à l'*évaporation spontanée* une dissolution simplement filtrée d'une livre de cassonade dans une livre d'eau distillée; la température & la fluidité ne se trouvant pas au degré nécessaire pour déterminer la fermentation, j'ai trouvé, au bout de quatre mois, toute l'eau de dissolution évaporée; tout le sucre étoit en beaux crystaux, à une très-petite partie près de matière brune encore gluante, dans laquelle on appercevoit aussi de très-petits crystaux, mais qui est restée pendant tout un été sans prendre la forme solide, dont la saveur ne paroissoit pas acide, & qui ne communiquoit pas à l'eau la propriété de rougir le papier bleu. Il est à remarquer que le tout ne pesoit plus que 15 onces 40 grains. Les crystaux pulvérisés ont pris la blancheur & tous les caractères du sucre rapé.

Ayant fait redissoudre dans l'eau distillée deux onces de ces crystaux, & abandonné de même la liqueur à l'évaporation spontanée, tout a crystallisé sans déchet, & la portion, qui, enfermée par les premiers crystaux, avoit conservé assez d'humidité pour prendre une apparence visqueuse, est redevenue sèche & solide, quand elle a été à son tour exposée à l'air.

La *congellation* n'a fait autre chose que de hâter la concrétion de la masse, au moyen de quoi la matière brune a été plus disséminée, & les crystaux se sont trouvés plus confus & plus chargés de couleur.

Ces observations me confirmèrent déja dans l'opinion que c'étoit le feu ou la chaleur qui avoit formé, lors de la cuite du vézout, le sirop qui se trouvoit mêlé à la cassonade; que ce mélange constituoit presque toute la différence du vin de cannes avec la dissolution de cassonade, puisque celle-ci suffisamment étendue & exposée à une température convenable, est tout aussi susceptible de fermentation; qu'il n'étoit besoin ni de l'action du feu, ni d'aucun autre agent chymique pour procurer la séparation du sucre en état concret; que la seule condition étoit l'évaporation du fluide aqueux surabondant; que le seul but que l'on devoit se proposer, dans la cuite du vézout, étoit d'empêcher son altération, soit par un commencement de fermentation, soit par l'ébullition; que les acides qui résultoient de ces deux altérations étoient non-seulement de nature différente entre eux, mais encore de l'*acide saccharin;* enfin que s'il étoit possible de procurer sans feu l'évaporation du vézout avant toute fermentation, on obtiendroit en crystaux une bonne partie du sucre qu'il contient sans production de matière sirupeuse.

Avant que de passer aux conséquences que l'on doit tirer de ces observations, je présenterai quelques réflexions sur les objections dont elles sont susceptibles.

Il est bien certain que le vézout n'est pas toujours de même qualité, qu'il diffère suivant le degré de maturité de la plante, & aussi suivant la nature du sol; mais quoiqu'on ne puisse indiquer avec certitude les causes immédiates de ces différences, il est assez évident qu'elles n'influent que dans la proportion du sel essentiel sucré: nous verrons que quand le jus de raisin manque naturellement de ce principe, l'art peut y suppléer, & qu'il reprend alors les mêmes qualités, la même disposition à la fermentation spiritueuse que s'il l'avoit reçu d'une parfaite maturité.

Plusieurs Chymistes pensent que la cuite du sucre est nécessaire pour rompre l'union de quelques parties qui s'opposeroient à sa crystallisation; M. Bucquet dit précisément que le but de cette opération, ainsi que de la clarification par la chaux ou les alkalis, *est d'enlever la matière mucilagineuse*, & de le dépouiller *d'une grande quantité d'huile que la chaux absorbe.* Enfin la nécessité où l'on se trouve quelquefois d'étendre d'un peu d'eau le vézout trop épais au sortir de la canne, avant de le porter à la chaudière, semble indiquer plutôt une sorte de décomposition, par l'action de la chaleur à la faveur de la fluidité aqueuse, qu'une simple crystallisation par évaporation. On ne peut nier sans doute que la plante avant sa maturité ne contienne un suc qui, sans être du pur flegme, ne soit pourtant pas encore de l'eau chargée de muqueux sucré; il est très-vraisemblable qu'en quelque temps qu'on la prenne, elle pourra recéler aussi un peu des matériaux destinés à former le sucre, & qui ne seront pas encore dans les justes proportions, dans l'état de combinaison parfaite qui le constituent, parce que les causes physiques n'ont jamais que des effets successifs; mais je ne crois pas que l'on puisse en conclure qu'il faille ab-

folument détruire par le feu tout ce qui n'eft pas fucre formé, & la feule conféquence qui me paroiffe fondée fur les obfervations pratiques venues à ma connoiffance, c'eft que quoiqu'il foit bien démontré que la cuiffon réduit en firop une portion du meilleur fucre, elle eft néanmoins le moyen le plus avantageux pour retirer la plus grande quantité de fucre du vézout.

Cela pofé, il y a deux objets à remplir pour atteindre la perfection de l'art; le *premier*, d'obtenir du feu ce qu'on en attend, en détruifant le moins poffible de fucre; le *fecond*, de procurer de la manière la plus fimple la féparation de ce qui n'étoit point dans la condition néceffaire à la cryftallifation de ce fel, ou qui a ceffé d'y être par l'action du feu.

Du pèfe-liqueur approprié à la cuite des fucres.

Il n'eft pas befoin de dire que pour tirer du feu le parti le plus avantageux dans les cryftallifations, fans augmenter inutilement fon action deftructive, les vaiffeaux qui contiennent les liqueurs doivent être de telles dimenfions, que la chaleur fe diftribue par-tout auffi également qu'il eft poffible, & en même-temps très-évafés pour qu'il y ait une grande furface du fluide en contact avec l'air. *Voyez* EVAPORATION.

Le plus difficile eft de juger la cuite, c'eft-à-dire, de fixer précifément le terme où l'on doit ceffer l'évaporation & porter à cryftallifer; c'eft auffi le point le plus important, puifque fi on s'arrête au-deffous de ce terme, on perd tout ce qui refte dans la liqueur; fi on le paffe, on brûle une partie du fucre que l'on rend incryftallifable, & qui, demeurant interpofé dans le furplus, en diminue très-fenfiblement la qualité. La pratique ordinaire n'eft qu'un tâtonnement expofé à une infinité de viciffitudes: l'aréomètre ou pèfe-liqueur n'a aucun de ces inconvéniens; fon application eft fondée fur ce qu'il indique toujours d'une manière sûre le degré précis de la concentration d'une diffolution quelconque, ou de fa pefanteur fpécifique actuelle, & que ce degré conftitue lui-même par défaut ou par excès la bonne ou la mauvaife cuite.

J'avois d'abord penfé qu'il fuffiroit de marquer le terme qui convenoit fur un pèfe-liqueur des fels ordinaire, mais je n'ai pas tardé à reconnoître que pour être employé commodément & utilement à la cuite des fucres, cet inftrument devoit être conftruit fur des principes différens; c'eft-à-dire, qu'au lieu d'exprimer les parties de fel diffous, les degrés devoient fe rapporter aux parties d'eau qui reftoient unies au fel, en un mot que le terme de zéro ou de privation de toute eau de diffolution, comme extrême de cuiffon, devoit être placé au bas de la tige & tout près de la boule. Les raifons de cette conftruction font développées dans le mémoire précédemment cité, elles tiennent à la propriété particulière du fucre de fe diffoudre à l'aide de la chaleur dans l'eau feule de la cryftallifation, & à la raréfaction confidérable de cette diffolution, au point qu'un pèfe-liqueur deftiné à marquer le terme de la cuite dans la chaudière, ne commence à s'y foutenir ou à fe mettre en équilibre avec la liqueur que lorfqu'elle contient déja $\frac{75}{100}$ de fucre pour $\frac{25}{100}$ d'eau de diffolution. Il ne faut pas chercher d'autre caufe de ces phénomènes que la grande capacité de *chaleur fpécifique* de ce fel effentiel; on voit dans la table de M. Crawford, que la chaleur fpécifique d'une diffolution de fucre brun eft à la chaleur fpécifique d'une diffolution d'acidule tartareux ou crême de tartre : : 1,086 : 0,765; & fi l'on fait attention que celle de l'eau pure eft 1,000, & que la proportion de l'eau eft bien plus confidérable dans la diffolution de l'acidule tartareux, comme étant beaucoup moins foluble, on ne verra pas fans étonnement que l'un des mélanges fe trouve avoir une chaleur fpécifique, même au-deffus de celle de l'eau, tandis que la chaleur fpécifique du fecond mélange, qui n'eft prefque que de l'eau, eft pourtant fort au-deffous de celle de l'eau.

Voici la manière de conftruire le pèfe-liqueur approprié à la cuite des fucres.

On prépare un inftrument dans la forme des pèfe-liqueurs ordinaires, feulement un peu plus gros, afin qu'on puiffe lire plus commodément les divifions, lorfqu'il flotte dans la chaudière, environné de vapeurs; je donne à la groffe boule environ 30 lignes de diamètre, 14 à la petite, 5 lignes de diamètre à la tige; cette tige a de longueur entre 6 pouces $\frac{1}{2}$ & 7 pouces au-deffus de la grande boule, & il y a un morceau de tige pareille d'un pouce de longueur entre les deux boules.

Ce pèfe-liqueur doit être de métal pour réfifter à la chaleur de l'ébullition, & affez folide pour ne pas fe boffeler trop facilement, ce qui en changeroit abfolument le rapport.

La tige doit être bien calibrée; on peut la faire traverfer la groffe boule, c'eft même une très-bonne pratique pour être sûr qu'elle garde la ligne à plomb, ce qui eft néceffaire, & que l'on a peine à obtenir autrement des ouvriers.

Une autre condition tout auffi effentielle, c'eft que ce pèfe-liqueur ait un rapport de pefanteur avec fon volume, fans quoi il feroit impoffible de le graduer, fur-tout s'il étoit trop lourd, parce qu'il fe précipiteroit dans les liqueurs où il doit fe foutenir. On peut lui donner jufqu'à 8 onces environ de poids dans les dimenfions ci-deffus indiquées, au moyen defquelles il déplace un volume de liquide égal à 7 $\frac{1}{2}$ pouces cubiques, ou à-peu-près 5 onces d'eau; mais il vaut bien mieux que le poids de la matière de l'inftrument foit réellement plus foible d'une once, ou même d'une once & demie, parce que cela donne la facilité de le charger, au

point qu'on le desire, avec de la cendrée de plomb que l'on introduit par le dessus de la tige, & que ce poids ajouté forme dans la boule inférieure un lest nécessaire qui maintient l'instrument dans la situation perpendiculaire.

L'instrument ainsi préparé, on fait dissoudre à froid 75 parties, en poids, de sucre raffiné du commerce, dans 25 parties d'eau de pluie, à la température de 10 degrés. Cette dissolution se fait à froid, parce que la chaleur occasionneroit une évaporation qui changeroit le rapport, & mettroit dans la nécessité de recourir à l'appareil qu'il m'a fallu employer pour l'étalon, & que j'ai nommé *chaudière-balance*, aux tâtonnemens, aux calculs embarrassans dont j'ai parlé, & que je n'ai faits moi-même que dans la confiance de les rendre pour la suite inutiles. Cette dissolution se fait très-bien à l'aide du temps, & d'un peu d'agitation dans une bouteille bouchée. On doit éviter de prendre du sucre forcé à la rafinerie, & le bas des pains qui est communément plus serré & plus dur à fondre.

On présente l'instrument dans cette liqueur; & s'il s'y soutient, en s'élevant seulement de 3 à 4 lignes au-dessus de la surface, étant chargé de la pièce qui doit fermer le bout de la tige, il est lesté au point convenable: on soude alors cette pièce, on replonge le pèse-liqueur, & le point où il s'arrête donne le premier terme de l'échelle de division, ou le 25e degré.

Pour avoir le second terme, on prépare de la même manière une dissolution de 88 parties, en poids, de même sucre, dans 12 parties d'eau de pluie: on y plonge le pèse-liqueur, & le point où il s'arrête donne ce second terme, ou le 12e degré.

Il ne reste donc plus qu'à diviser en 12 parties égales l'espace intermédiaire entre ces deux termes; ces parties donneront la valeur du degré que l'on reportera en descendant le long de la tige jusqu'à zéro; & si cette tige est par-tout de la même grosseur, les degrés seront aussi justes qu'on peut le desirer.

Je fais écrire ces degrés à côté de la division, seulement de cinq en cinq dans la partie supérieure, & d'unité en unité pour les cinq inférieurs jusqu'à zéro, parce que c'est là que l'on sera plus souvent dans le cas de les suivre, & de les compter avec exactitude.

Si on craignoit que la différente qualité des sucres raffinés pût jetter quelque incertitude sur la graduation de ces pèse-liqueurs, & qu'on ne fût pas à portée de les étalonner sur un autre, on pourroit y suppléer facilement par le pèse-liqueur des sels de M. Baumé, dont les principes de division sont bien connus, & qui est aujourd'hui entre les mains de tout le monde. J'ai observé que ce pèse-liqueur des sels marquoit 33 degrés dans la liqueur qui donne le 25e des sucres, & 37 dans la liqueur qui règle le second terme de notre division.

Cette observation fournit ici une nouvelle preuve bien frappante de ce que j'ai dit de l'abondance d'eau de crystallisation dans le sucre, & de la nécessité de trouver un système de graduation approprié à sa nature; car il est évident qu'il s'en faut près de moitié qu'il n'augmente la densité de l'eau qui le dissout dans la même proportion que les autres sels.

On voit que les degrés de cet instrument indiquent par centièmes l'eau qui existe dans une quantité quelconque de dissolution; que si le pèse-liqueur s'arrête, par exemple, à 15 degrés, on doit conclure que sur 100 parties du liquide il y en a 85 de sucre, & seulement 15 d'eau; que si la surface de la liqueur répond au chiffre 4 de la division, on peut conclure de même qu'il y a 96 parties de sucre pour 4 d'eau, & ainsi des autres degrés. Il m'a paru que la cuite devoit être poussée jusqu'à ce que l'instrument s'élevât à la hauteur de $3\frac{1}{2}$ degrés, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il ne restât plus que $3\frac{1}{2}$ centièmes d'eau dans la dissolution; mais j'ai annoncé que c'étoit à l'expérience, & même à l'expérience répétée, à indiquer ce terme, en avertissant qu'il devoit être un peu différent pour la cuite du vézout, & pour la cuite du sucre raffiné, parce que le premier bouillon doit retenir plus de parties moins denses que le sucre crystallisé; c'est un fait de pratique dont on acquiert aisément la preuve, en faisant dissoudre dans une égale quantité d'eau un poids égal de sucre brut & de sucre fin; le pèse-liqueur ne donne pas le même degré dans ces dissolutions, & la différence est à-peu-près dans le rapport de 15 à 17, même en faisant état des parties hétérogènes non solubles.

L'usage que l'on a déja fait de cet instrument dans plusieurs raffineries a prouvé qu'avec un peu d'habitude, il étoit facile de juger son élévation, malgré le mouvement de la plus forte ébullition, qui ne changeoit pas réellement sa hauteur correspondante avec la surface de la liqueur, & qu'en saisissant l'instant où le terme de division fixé par l'observation commençoit à paroitre, on étoit sûr d'obtenir constamment une cuite au même degré, ce qui n'est pas un médiocre avantage.

Des matières employées à la purification du sucre.

Nous avons vu que le second objet que l'on devoit se proposer dans cette opération, étoit de séparer les parties non crystallisables de leur nature, ou qui avoient perdu cette propriété par l'action du feu. Les matières que l'on emploie communément sont l'alun, l'argille, le sang de bœuf, la chaux & les alkalis fixes: dans ce nombre il faut d'abord distinguer celles qui ne servent en quelque sorte que méchaniquement, comme les filtres, comme le blanc d'œufs dans la clarifica-

tion des sirops, en enveloppant les parties grossières non dissoutes, & formant une écume rare qui se tient à la surface, & qu'il est facile d'enlever.

Il est encore aisé d'expliquer la manière d'agir de l'argille dont on couvre les formes dans lesquelles on dépose le sucre cuit pour le raffiner; cette liqueur très-rapprochée par l'ébullition, est au point convenable pour donner par refroidissement des crystaux confusément accumulés; il ne s'agit donc plus que de les laver pour en séparer une portion de melasse qui y est adhérente, & qui resteroit interposée si la chaleur de l'étuve, ou seulement celle de l'atmosphère, achevoit la dessication; il suffit d'en favoriser l'écoulement par le trou inférieur de la forme que l'on ouvre dès que le sucre est pris, & d'entretenir en conséquence toute la masse au point d'humidité convenable pendant tout le temps nécessaire à l'écoulement de la melasse qui est plus soluble; l'argille blanche détrempée remplit à merveille cette condition. De là vient le nom de *sucre terré*, & en répétant cette opération on parvient à le rendre pur & très-blanc. On pourroit seulement douter que la forme conique que l'on donne aux vaisseaux fût la plus avantageuse, puisque l'effet qu'on attend de l'argille seroit sûrement plus prompt & plus uniforme, en diminuant la hauteur de la masse où elle doit maintenir la fluidité de la melasse.

La manière d'agir des ingrédiens qui peuvent donner lieu à des compositions chymiques n'est pas encore aussi-bien déterminée. L'illustre Bergman ayant observé, d'une part, que l'addition d'un peu d'*acide saccharin* dans la dissolution du sucre, même raffiné, empêchoit sa crystallisation, d'autre part, que cet acide avoit la plus grande affinité avec le calce, que le sel qui résultoit de cette combinaison étoit insoluble, & qu'il ne se laissoit point décomposer par les alkalis, il en conclut que l'eau de chaux servoit au raffinage du sucre, en s'emparant de l'*acide saccharin* libre, en en débarrassant la liqueur, & le portant dans les écumes, sous forme de sel insoluble; qu'ainsi cet intermède étoit le plus avantageux, puisqu'il ne laissoit rien d'étranger dans le sucre, en un mot, qu'il devoit être préféré aux alkalis qui avoient l'inconvénient de former avec cet acide des sels plus solubles, & même de retenir en dissolution un peu de sucre, pour peu qu'il y eût excès de lessive caustique. (*Opusc. tome I, page 282.*)

Cette explication m'avoit d'abord paru aussi solidement établie qu'ingénieusement imaginée, & je vois que MM. Macquer, Succow, &c. en ont porté le même jugement; mais en réfléchissant sur les différens caractères que présentent le véritable *acide saccharin*, & les acides produits dans le sucre par la fermentation ou par le feu, j'ai conclu qu'il étoit au moins très-douteux que notre *acide saccharin* pût exister ni dans le vin de cannes, ni dans la cassonade; que dès lors on ne devoit y admettre la formation d'un vrai saccharite calcaire par l'eau de chaux, que lorsqu'on auroit suffisamment examiné ses propriétés.

J'ai mêlé en conséquence dans un flacon une livre d'eau de chaux récente bien filtrée avec une pareille quantité de dissolution de belle cassonade dans l'eau distillée; cette dissolution avoit de même été filtrée par le papier, & tenoit le quart de son poids de sucre. Je laissai ce flacon en repos près d'un an, renversé sur son bouchon, afin que l'air extérieur ne pût y avoir aucun accès. En l'examinant après cet intervalle de temps, je vis qu'il s'étoit formé un léger dépôt jaunâtre dans la partie inférieure qui adhéroit un peu au verre, & qui, loin d'être pulvérulent comme le saccharite calcaire, avoit au contraire une apparence crystalline qui devenoit très-sensible à la loupe.

Je ne m'en tins pas cependant à cet examen; ayant filtré la liqueur assez promptement & avec les précautions nécessaires pour qu'elle fût le moins possible en contact avec l'air, j'y versai de l'eau saturée d'acide méphitique qui ne parut pas la troubler; je versai dans une autre portion quelques gouttes d'*acide saccharin* qui y déterminèrent sur-le-champ un précipité très-abondant, qui, même avant de se séparer de la liqueur, montroit déja cette forme grenue qui annonce l'insolubilité, & est un des caractères les moins équivoques du saccharite calcaire.

Cette expérience bien simple me paroit mettre en évidence deux faits bien importans: l'un, que la chaux restoit en partie dans la liqueur dans un état de combinaison capable de la défendre de l'action de l'acide méphitique, l'autre, que cette combinaison n'avoit aucun rapport avec celle de l'*acide saccharin* avec la même base, puisque la survenance de cet acide manifestoit des phénomènes d'un ordre différent.

On verra dans un instant que ces observations sont confirmées par les produits de l'analyse du sucre, par les conditions qu'exige la production de l'*acide saccharin*; je me borne quant à présent à ces conséquences qui intéressent l'art de cuire, & de raffiner le sucre; que l'*acide saccharin* n'existe tout formé ni dans le vin de cannes, ni dans les cassonades; que dès-lors ce seroit s'exposer à des pertes que de vouloir établir sur cette base la pratique des atteliers; que l'acide qui se forme spontanément dans les liqueurs sucrées, est d'une nature toute différente; enfin que cet acide ne s'y trouvant qu'en très-petite quantité, n'étant que le produit d'une altération accidentelle, le principal effet des caustiques terreux ou alkalins est de convertir en savon cette matière grasse provenue elle-même de la dégradation d'une portion du principe muqueux, qui salit le sel essentiel, qui jaunit le sucre gardé long-temps dans des lieux humides, qui se manifeste si sensiblement dans le sucre le plus fin, quand le feu ou les acides lui

donnent l'odeur de caramel. Il n'est pas aussi rare que l'a cru M. Bergman, de trouver même dans le sucre blanc un peu de terre qui se laisse précipiter par *l'acide saccharin*, & qui sans doute y étoit combinée avec un acide d'un autre genre, puisqu'elle n'en avoit pas été séparée lors de la dissolution aqueuse. M. Hielm en a séparé, même par l'acide vitriolique (*mem. de Stockholm, ann.1783*).

§. II. *De la nature & des propriétés du sucre.*

I. Le sucre ou sel essentiel sucré, dit M. *Macquer*, est composé d'un acide uni à une assez grande quantité d'une terre très-atténuée, & dans l'état mucilagineux, & à une certaine quantité d'huile de l'espèce de celles qui sont douces & non volatiles, laquelle est d'une exacte dissolubilité dans l'eau par l'intermède de l'acide.

Cartheuser admettoit encore une portion d'eau distincte de l'acide dans sa composition. M. *Bucquet* ne parle point du principe terreux, & le remplace par une portion de sel alkali fixe.

On voit que tous les Chymistes se sont accordés jusqu'à présent à penser qu'il tenoit un acide; comme ils ont souvent pris la base acidifiable pour l'acide même, comme ils en ont presque toujours jugé par les produits de quelques opérations qui auroient pu lui fournir le principe acidifiant, il est encore permis de demander aujourd'hui si cet acide y est tout formé, & quelle est sa nature; & avant que de répondre à cette question, il faut rapporter ce qui a été publié sur son analyse.

Le sucre distillé seul dans une cornue donne un flegme roussеâtre auquel Cartheuser a reconnu une saveur acidule-balsamique, qui, suivant M. Bucquet, colore en rouge le sirop de violettes, & fait effervescence avec les alkalis. Il passe ensuite de l'acide huileux empireumatique, & une portion d'huile aussi empireumatique & très-colorée. Il reste un charbon léger, spongieux, brillant, dont M. Bucquet assure avoir retiré par lixiviation de l'alkali fixe déliquescent, après l'avoir fait brûler à l'air libre.

M. *Schrickel* a publié en 1776 une nouvelle analyse du sucre que le célèbre *Léonhardi* regarde comme ce qui a été donné de plus complet; voici les résultats de ses expériences.

Il mit dans une cornue, dont la capacité étoit d'environ six pintes, 16 onces de sucre très-fin & parfaitement sec; il y adapta un très-grand récipient, & donna le feu par degrés. Il eut du phlegme, un esprit acide & de l'huile empireumatique qui pesoient ensemble 8 onces 4 scrupules; il trouva dans la cornue un résidu charbonneux du poids de 7 onces 2 scrupules; ainsi il y avoit eu dans l'opération une perte de 6 dragmes ou de $\frac{1}{64}$ du sucre employé.

Le flegme étoit jaunâtre, avoit peu d'odeur, & donnoit à peine des marques d'acidité; il pesoit tout au plus 6 dragmes.

L'esprit acide passa en vapeurs blanches qui formoient en se condensant des stries grasses; son odeur avoit le piquant du raifort sauvage & se rapprochoit au surplus de celle des amandes amères lorsqu'elles ont été récemment grillées; sa saveur étoit piquante, empireumatique & acide, tirant à l'amer, sa couleur enfin d'un rouge tirant au jaune: il fit aussi peu d'impression sur le sirop de violettes que d'effervescence avec les méphites alkalins.

L'huile empireumatique étoit de deux espèces: la première jaune, l'autre noire & plus épaisse; elles pesoient ensemble à peu près une once; en les rectifiant, M. Schrickel en retira une huile d'un beau jaune, plus pesante que l'esprit-de-sucre, amère, piquante & âpre au goût, qui se dissolvoit dans l'esprit-de-vin, qui formoit avec l'acide vitriolique concentré une masse noire que l'on pouvoit dessécher & réduire en charbon par la calcination; ce résidu donnoit avec l'acide vitriolique concentré une masse jaune semblable à de la cire, ayant une odeur de mélilot, fusible, soluble dans l'esprit-de-vin, & dont l'huile étoit de nouveau séparée par l'addition de l'alkali fixe.

Le résidu charbonneux se laissa difficilement calciner, il ne fournit point d'alkali; les acides vitriolique & nitreux y firent seulement découvrir un peu de terre calcaire.

L'acide empireumatique, rectifié sur de l'argille pure, passa clair, il n'avoit plus qu'une odeur douce, il étoit acide au goût, & faisoit effervescence sensible avec les alkalis. Exposé au froid, il conserva sa fluidité tandis que l'eau surabondante se geloit, ce qui donna à M. Schrickel la facilité de le concentrer absolument comme le vinaigre, pour essayer ensuite de le combiner avec les différentes bases.

Ce n'est pas ici le lieu de faire connoître tous les sels nouveaux que ce Chymiste a produits avec cet acide, je dois me borner en cet instant à présenter quelques phénomènes suffisans pour caractériser un acide distinct de celui de M. Bergman, & je ne suis embarrassé que du choix. L'acide de M. Schrickel n'est pas susceptible de l'état concret; il forme avec le calce, la magnésie, le fer, &c. des sels incrystallisables, & il a plus d'affinité avec les alkalis qu'avec les terres: nous verrons bientôt que ces propriétés le distinguent essentiellement de celui qui fait la matière de cet article. Il est donc indispensable de le traiter séparément sous un nom différent. *Voyez* ACIDE SIRUPEUX.

Les conséquences de cette analyse se présentent naturellement; le sucre est un sel essentiel, un hépar végétal, où le principe huileux est rendu miscible à l'eau par un acide; cet acide existe donc tout formé dans le sucre, il y reste masqué tant que la combinaison est parfaite; mais le feu, la chaleur même de l'atmosphère, lorsqu'il n'est pas dans l'état de siccité, peuvent insensiblement rompre cette combinaison, & de là viennent les mé-

laſſes, dans leſquelles l'huile ſe montre plus à nu, parce qu'elle n'eſt plus que dans un état ſavonneux imparfait, & preſque auſſi groſſier que celui que nous produirions par le ſimple mêlange de l'huile avec un acide. Si on augmente le feu, une partie de l'huile ſe brûle, & probablement auſſi une portion de l'acide ſe détruit, ce qui donne à tous les produits l'odeur empireumatique, & occaſionne en même-temps le dégagement d'un fluide aériforme aſſez abondant. Ce gas, que M. Schrickel n'a pas recueilli, a été reconnu par M. Prieſtley pour un mêlange d'environ $\frac{1}{7}$ d'acide méphitique, & $\frac{6}{7}$ d'air nuiſible ou phlogiſtiqué; il y a lieu de croire que ſi l'appareil dont ſe ſervoit M. Prieſtley lui eût permis d'achever la décompoſition par le feu, il eût auſſi trouvé du gas inflammable, comme dans l'analyſe des huiles, mais il n'y a pas de doute pour le gas acide méphitique, & l'on ſait que ce dernier eſt ſouvent de l'air vital acidifiant qui prend ce caractère par une nouvelle compoſition dans l'acte même du dégagement. Par rapport à la quantité de fluide élaſtique dégagée, l'expérience de Hales ſupplée à l'omiſſion de M. Schrickel, & prouve que ſon eſtimation par la perte de poids n'eſt pas trop forte, puiſque le phyſicien Anglois ayant diſtillé à l'appareil pneumatique 373 grains de ſucre groſſier, recueillit 126 pouces cubiques ou 36 grains d'air, c'eſt-à-dire, à-peu-près le dixième du poids total. Le célèbre Prieſtley a en effet remarqué que le produit aériforme étoit plus conſidérable avec la caſſonade. Il reſte enfin dans la cornue une matière qui n'a que l'apparence charbonneuſe, qui eſt une vraie plombagine, dans laquelle eſt diſſéminée la petite quantité de terre calcaire qui mettoit le ſucre en état d'hépar.

II. Après avoir fait connoître ce qu'il y a de plus certain ſur les parties conſtituantes du ſucre, je vais expoſer ſes propriétés.

La capacité de chaleur du ſucre ſurpaſſe de beaucoup, comme je l'ai déja remarqué, celle du tartre, elle eſt même ſupérieure à celle de l'eau: la chaleur ſpécifique d'une diſſolution de ſucre brut a été trouvée par M. Crawford, dans le rapport avec celle de l'eau : : 1,086 : 1,000.

Le ſucre pur, c'eſt-à-dire bien raffiné, n'éprouve aucune altération à l'air tant qu'il reſte ſous forme sèche; il en eſt de même de celui qui eſt en cryſtaux ou *ſucre candi*. Le récit de Tavernier qu'il avoit appris dans le royaume de Bengale, que le ſucre gardé pendant trente ans devenoit un poiſon très-dangereux, avoit fait croire qu'il étoit au moins changé en quelque manière; M. Baumé a achevé de détruire ce préjugé par l'obſervation contraire, rapportée dans ſes élémens de pharmacie.

Le ſucre dans ſon état de fluidité naturel, ou diſſous en ſuffiſante quantité d'eau, éprouve, comme le moût ou jus de raiſin, le mouvement de fermentation dans les mêmes circonſtances, & donne les mêmes produits. *Voyez* ALCOHOL & FERMENTATION.

Nous avons déja vu que le ſucre étoit très-ſoluble dans l'eau: ſuivant M. Wenzel, l'eau à 7 degrés au-deſſus de la glace (*échelle de Réaumur*) prend une quantité de ſucre raffiné égale à ſon poids.

Si après avoir diſſous le ſucre fin, on évapore la diſſolution en conſiſtance de ſirop, & qu'on la laiſſe enſuite en repos, il s'y forme de gros cryſtaux tranſparens, blancs; c'eſt le ſucre candi blanc. La cryſtalliſation ſe feroit de même quand la diſſolution feroit moins rapprochée, elle exigeroit ſeulement un peu plus de temps: je ſuppoſe néanmoins qu'elle ne fût ni aſſez étendue, ni à une température aſſez chaude pour déterminer la fermentation. La diſſolution de ſucre brut ou de la caſſonade donne auſſi des cryſtaux, ſoit par l'évaporation ſpontanée, ſoit à l'étuve; ils ſont communément roux, ſur-tout les derniers. On détermine cette cryſtalliſation dans les formes en les traverſant par des bâtons auxquels s'attachent les cryſtaux.

Cappeller a décrit les cryſtaux de ſucre, & les repréſente comme des priſmes hexaèdres comprimés, qui ont deux côtés ſi étroits, que le priſme paroît quadrangulaire, dont les ſommets dièdres oppoſés ſont à plans qui paroiſſent rhomboïdaux. Suivant Linné, ce ſont des priſmes oblongs, tétraèdres, terminés par deux pyramides d'ièdres placées en ſens contraire: mais M. de l'Iſle regarde le type de Cappeller comme une des variétés de ce ſel; il rapporte à une autre variété la deſcription incomplette de Linné; & pour lui, il croit que la forme *eſſentielle & primitive* du ſucre eſt un octaèdre rectangulaire dont les deux pyramides ſont tronquées près de leur baſe, d'où réſulte un décaèdre formé par deux plans quarrés ou rectangles oppoſés l'un à l'autre, & par huit trapèzes en biſeau; il convient néanmoins que cette figure, qui lui paroît la plus régulière, n'eſt pas celle qui ſe rencontre le plus fréquemment. (*Voyez* PLANCHE DES CRYSTAUX DES SELS, *la figure de Cappeller & la forme primitive de M. de l'Iſle*). Les cryſtaux qui ſe ſont formés ſpontanément dans la diſſolution de caſſonade dont j'ai parlé dans le paragraphe précédent, n'en différoient que par les côtés qui ſe trouvoient engagés ou dans la pellicule ſupérieure, ou dans la maſſe confuſe au fond du vaſe.

Le ſucre eſt promptement noirci par les acides concentrés, non-ſeulement par ceux qui peuvent agir ſur ſon principe huileux, mais encore par ceux qui peuvent s'emparer de ſon eau eſſentielle. M. Prieſtley a mis du ſucre raffiné en contact avec le gas muriatique, il l'abſorba lentement, il en fut entièrement pénétré, devint d'une couleur brune foncée, & acquit une odeur ſingulièrement piquante.

Suivant M. Wenzel, une demi-once ou 240 grains d'esprit-de-vin bouillant dissolvent seulement 59 de sucre fin.

Ce sel essentiel se mêle aux huiles, & les rend miscibles à l'eau; il empêche la coagulation du lait.

On s'en sert pour épaissir l'encre, pour délayer les couleurs; il forme une assez bonne colle, & même, suivant M. Léonhardi, mêlé avec la craie, il peut être employé à mastiquer quelques petits vaisseaux.

Plusieurs personnes sont encore dans l'opinion que le sucre favorise la génération des vers chez les enfans; le docteur Murrai a attaqué ce préjugé par des expériences directes dans sa dissertation *de dulcium naturâ*, & il a observé que ces vers jettés dans le sucre y mouroient sur-le-champ, qu'ils mouroient au bout de deux heures dans l'eau sucrée, au bout de trois heures dans l'eau miellée, tandis qu'ils vivoient de vingt cinq à trente heures dans la décoction d'absynthe & la dissolution d'aloès.

§. III. *Des diverses manières d'être du sucre dans les végétaux.*

Le sucre n'est pas un principe particulier à une plante, ni même à un genre de plantes; il existe dans tous les végétaux qui sont susceptibles de fermentation, dans tous ceux qui sont appellés nourrissans; il est facile de le reconnoître dans les sucs des fruits qui prennent le nom de *sucs sucrés*; cette saveur ne se manifeste pas à la vérité dans les farineux, où le principe nutritif est le plus abondant; mais, comme le remarque M. Parmentier dans ses *recherches sur les végétaux nourrissans*, lorsqu'on suit le développement des substances graminées & légumineuses, on trouve avant leur parfaite maturité une époque où elles sont sucrées & muqueuses. *Voyez* AMILACÉ & MUQUEUX.

Je ne m'attacherai pas à indiquer nommément toutes les espèces qui peuvent être rapprochées par cette propriété; mais pour completter cette partie de l'analyse végétale, je recueillerai des observations de *Kalm*, *Cartheuser*, *Margraff*, &c. ce qui peut servir à faire connoître les plantes où le sucre est assez abondant pour qu'on les emploie comme les cannes à la préparation de ce sel essentiel, ou de quelque liqueur analogue, les différens états dans lesquels il existe dans les différens végétaux & les moyens appropriés, par lesquels on parvient à l'en séparer.

M. *Odhelius* a décrit dans les actes d'Upsal de 1774, une substance concrète de la grosseur d'un grain d'orge, qu'il a trouvée dans le nectaire de la balsamine sauvage (*balsamine impatiens*), & qui étoit un vrai *sucre natif*, *dur*, *transparent*: on ne doit pas être étonné de cette production de l'évaporation spontanée, on le seroit bien plutôt de ce que ce phénomène ne se présente pas plus souvent, si, comme le dit cet académicien, on ne pouvoit l'attribuer aux pluies qui emportent la plus grande partie de ce sucre, lorsque les plantes sont en plein air.

Les sauvages du Canada & des autres parties de l'Amérique septentrionale, climats trop rigoureux pour la culture des cannes, font leur sucre avec une liqueur qu'ils tirent d'une espèce d'érable, que les Anglois nomment pour cette raison *sugar-maple*, c'est-à-dire, *érable de sucre*. *Ray* l'appelle *acer montanum candidum*, les Iroquois lui donnent le nom d'*ozeketa*. On tire aussi du sucre d'une autre espèce d'érable, *acer folio palmato angulato*, *flore fere apetalo*, *sessili*, *fructu pedunculato*, *corymboso*. Gronov. *flora Virgin.* 41, & Linn. *hort. ups.* 94. Les François le nomment *érable rouge*, *plaine* ou *plane*, & les Anglois *maple*. Le sucre que fournit cet arbre est d'une très-bonne qualité; mais c'est l'érable à sucre qui en donne le plus abondamment. Il se plait dans les parties les plus septentrionales, & les plus froides de l'Amérique, & devient plus rare à mesure qu'on s'approche du midi. Alors on ne le rencontre que sur de très-hautes montagnes, & du côté qui est exposé au nord, d'où l'on voit que cet arbre exige un pays très-froid.

Voici la manière dont les sauvages & les François s'y prennent pour en tirer le sucre. Au printemps, lorsque les neiges commencent à disparoître, ces arbres sont pleins de suc; alors on y fait des incisions, ou bien on les perce avec un foret, & l'on y fait des trous ovales; par ce moyen il en sort une liqueur très-abondante qui découle ordinairement pendant l'espace de trois semaines; cependant cela dépend du temps qu'il fait, car la liqueur coule en plus grande abondance, lorsque la neige commence à fondre, & lorsque le temps est doux; & l'arbre cesse d'en fournir lorsqu'il vient à geler, & quand les chaleurs viennent. La liqueur qui découle est reçue dans un auget de bois qui la conduit à un baquet; quand on en a amassé une quantité suffisante, on la met dans une chaudière de fer ou de cuivre que l'on place sur le feu; on y fait évaporer la liqueur jusqu'à ce qu'elle devienne épaisse, au point de ne pouvoir être remuée facilement: alors on retire la chaudière du feu, & on remue le résidu qui, en réfroidissant, devient solide, concret, & semblable à du sucre brut ou à de la melasse. L'on peut donner telle forme que l'on veut à ce sucre, en le versant dans des moules après qu'il a été épaissi. On reconnoît que la liqueur est prête à se crystalliser ou à donner du sucre lorsqu'on s'apperçoit qu'il cesse de se former de l'écume à sa surface; il y en a beaucoup au commencement de la cuisson, on a soin de l'enlever à mesure qu'elle se forme. On prend aussi du sirop épaissi avec une cuiller, & l'on observe si en se réfroidissant il se convertit en sucre; alors on ôte la chaudière de dessus le feu, & on la place sur des charbons;

on remue sans cesse, afin que le sucre ne s'attache point à la chaudière, & ne soit point brûlé: en continuant ainsi, le sirop se change en une matière semblable à de la farine; alors on le met dans un lieu frais, & l'on a du sucre qui ressemble à la melasse. Il est d'une couleur brune avant que d'être raffiné, & communément on lui donne la forme de petits pains plats, de la grandeur de la main. Ceux qui font ce sucre avec plus de soin, le clarifient avec du blanc d'œuf pendant la cuisson, & alors ils ont un sucre parfaitement blanc.

On regarde le sucre d'érable comme beaucoup plus sain que le sucre ordinaire, & l'on en vante l'usage pour les rhumes & pour les maladies de la poitrine. Mais, d'un autre côté, il ne se dissout point aussi aisément dans l'eau que le sucre des cannes, & il en faut une plus grande quantité pour sucrer. Il y a lieu de croire que si on le préparoit avec plus de soin que ne le font les sauvages & les François du Canada, on pourroit tirer de ce *sucre d'érable* un plus grand parti: la liqueur que fournit l'érable, mise dans un baril, & exposée au soleil d'été, fait un très-bon vinaigre.

Les sauvages & les François du Canada mêlent quelquefois le *sucre d'érable* avec de la farine de froment ou de maïs, & en forment une pâte dont ils font provision pour les grands voyages qu'ils entreprennent. Ils trouvent que ce mélange, qu'ils nomment *quitsera*, leur fournit un aliment très-nourrissant.

On fait aussi une espèce de sirop avec la liqueur qui découle de l'érable; pour cet effet on ne la fait point bouillir aussi fortement que lorsqu'on veut la réduire en sucre. Ce sirop est très-doux, très-rafraichissant & très-agréable au goût, lorsqu'on en mêle avec de l'eau; mais il est sujet à s'aigrir, & ne peut être transporté au loin. On s'en sert aussi pour faire différentes espèces de confitures.

La liqueur telle qu'elle sort de l'arbre est elle-même très-bonne à boire, & elle passe pour fort saine; celle qui découle des incisions faites à l'arbre au commencement du printemps est plus abondante & plus sucrée que celle qui vient lorsque la saison est plus avancée & plus chaude. On n'en obtient jamais une plus grande quantité qu'à la suite d'un hiver rude, & où il est tombé beaucoup de neige, & lorsque le printemps est froid, & quand il reste encore de la neige sur la terre, & lorsque les nuits sont froides & accompagnées de gelée.

On a remarqué que durant les vents d'est, ces arbres cessent bientôt de donner de la liqueur; ils en fournissent plus dans un temps serein que lorsque le temps est couvert, & jamais on n'en obtient plus que lorsqu'une nuit froide est suivie d'un jour clair & doux. Les érables d'une grandeur moyenne fournissent le plus de liqueur, ceux qui sont dans les endroits pierreux & montueux donnent une liqueur plus sucrée que ceux de la plaine. Un bon arbre produit de quatre à huit pintes de liqueur en un jour; & lorsque le printemps est frais, un seul arbre fournira de trente à soixante pintes de liqueur, dont seize pintes donnent communément une livre de *sucre*. Un même arbre fournit de la liqueur pendant plusieurs années, mais il faut pour cela faire les incisions ou percer les trous toujours du même côté, & les faire de bas en haut, & non de haut en bas, sans quoi l'eau de la pluie, en séjournant dans l'ouverture, feroit périr l'arbre.

Tous ces détails sont dus à M. Pierre *Kalm*, qui a vu par lui-même le travail qui vient d'être décrit, & en a rendu compte à l'académie de Stockolm, dont il étoit membre, dans une dissertation insérée dans le tome XIII de ses mémoires, ann. 1751; il conclut de ces faits, que l'on pourroit avec succès tirer le même parti des érables qui croissent dans les parties septentrionales de l'Europe. M. *Dudley* a donné la description de ce travail dans les transactions philosoph. tome XXX. M. *Gautier*, correspondant de l'académie des sciences de Paris, a pareillement rendu compte de la manière dont se fait le *sucre d'érable*, dans un mémoire inséré dans le second volume des mémoires des savans étrangers.

M. Kalm observe que l'on obtient pareillement du *sucre* d'une espèce de bouleau, que les Anglois nomment *sugar-birch*, ou *black-birch*, *betula folio ovali oblongo acumine serrato*. Gron. *flor. Virgin.* 188. Mais le sucre qu'on en tire est en si petite quantité, qu'il ne dédommage point de la peine.

On tire aussi du sucre d'un arbre d'Amérique, appellé par les François le *noyer amer*, & par les Anglois *hickory*, *nux juglans Virginiana alba minor, fructu nuci moschatæ simili, cortice glabro, summo-fastigio veluti in aculeum producto*. Pluknet, *Phyt.* La liqueur que donne cet arbre est très-sucrée, mais en très-petite quantité.

On obtient encore du sucre de la plante appellée *gleditsia* par *Gronovius* & *Linnæus*, hort. Upsal. 298. *Lawson*, dans son *histoire de la Caroline*, *p.* 97, dit qu'on en plante en Virginie dans beaucoup de jardins pour cet usage.

Le maïs ou bled de Turquie fournit aussi une liqueur propre à faire du *sucre*: lorsqu'il est verd, on trouve dans la tige un suc limpide qui est très-doux; les sauvages d'Amérique coupent le maïs pour en sucer le suc. On peut encore obtenir du sucre de l'ouatte (*Asclepias, caule erecto simplici annuo. Lin. Hort. Clifford, p.* 78) on en tire aussi des fleurs que l'on cueille de grand matin lorsqu'elles sont pleines de rosée, on en exprime un suc qui, épaissi par la cuisson, donne du sucre.

Le P. Charlevoix, dans son histoire de la nouvelle France, dit qu'on tire du sucre d'une liqueur que fournit le frêne; M. Kalm croit que le P.

Charlevoix

Charlevoix aura pris pour du frêne l'érable qui a des feuilles de frêne, *acer fraxini foliis*, qui croît abondamment dans l'Amérique septentrionale, & que les habitans nomment frêne.

M. Cartheuser place encore au nombre des végétaux qui donnent du sucre, l'aloès d'Amérique, *karaguata magvet*, *metl*, dont les habitans de la nouvelle Espagne recueillent un suc abondant qu'ils font cuire.

Le même auteur fait mention, d'après *Borrichius*, d'une espèce d'algue-marine qui croît sur les côtes d'Islande, & dont les feuilles jettées par les flots sur le rivage, présentent des grains de sucre à leur surface, lorsqu'elles ont été exposées quelque temps au soleil, ou qui, enfermées dans des tonneaux après avoir été lavées & séchées, se couvrent d'une farine qui a la saveur du sucre.

Le célèbre Margraff a reconnu que plusieurs racines communes en Europe étoient propres à fournir un vrai sucre, semblable à celui qui se tire des cannes. Il en a obtenu, 1°. de la bette-blanche, *cicla officinarum*, C. B. 2°. du chervi, *sisarum dodonæi*, 3°. de la betterave. Toutes ces racines lui ont fourni un suc abondant, dans lequel, à l'aide du microscope, on pouvoit découvrir des molécules crystallisées, semblables à celles du sucre ordinaire. Pour s'assurer de la présence du sucre, il mit ces racines divisées en digestion dans de l'esprit-de-vin bien rectifié, sur le bain de sable; il poussa la chaleur jusqu'à faire bouillir; il filtra la liqueur encore toute chaude, & la mit dans un matras à fond plat, qu'il plaça dans un lieu tempéré; au bout de quelques semaines, il trouva qu'il s'étoit formé des crystaux au fond du vaisseau; il les fit dissoudre de nouveau, afin d'avoir ces crystaux plus purs. Par ce procédé, une demi-livre de racines sèches de bette-blanche donna ½ once de sucre, la bette-rouge une once, & le chervi une once & demie. Cette méthode est très-propre pour essayer si une plante contient du sucre; mais elle seroit trop coûteuse pour l'obtenir en grande quantité. Il sera donc beaucoup plus court de tirer le suc de ces racines par expression, de le clarifier avec du blanc d'œuf, de l'évaporer sur le feu, & de le faire crystalliser comme pour le sucre ordinaire; c'est ce qu'a fait le célèbre Chymiste de Berlin, pour une partie de ses expériences, & dans la vue d'en assurer les résultats. M. Margraff a aussi tiré du sucre des panais, des raisins secs, & de la fleur de l'aloès d'Amérique.

En Thuringe, on tire des panais une espèce de syrop dont les gens du pays se servent au lieu de sucre, ils en mangent même sur le pain: il passe pour être un bon remède contre les rhumes de poitrine, la pulmonie, & contre les vers auxquels les enfans sont sujets. On commence par couper les panais en petits morceaux, on les fait bouillir dans un chauderon, jusqu'à devenir assez tendres pour s'écraser entre les doigts; & en les faisant cuire, on a soin de les remuer, afin qu'ils ne brûlent point: après cela on les écrase, & on exprime le suc dans un chauderon, on remet ce suc à bouillir avec de nouveaux panais, on en exprime le tout de nouveau; ce qu'on réitère tant qu'on le juge à propos. Enfin, on fait évaporer le jus, en observant d'enlever l'écume qui s'y forme, on continue la cuisson pendant 14 ou 16 heures; ayant soin de remuer lorsque le syrop veut fuir. Enfin l'on examine si la liqueur a l'épaisseur convenable. Si l'on continuoit la cuisson trop longtemps, la matière deviendroit solide, & formeroit du sucre. *Magas. d'Hambourg*, *tome VIII*.

Pour juger combien de sortes de plantes différentes tiennent le principe muqueux sucré, il suffit de considérer, comme le dit M. *Hermstadt*, que tous les fruits secs, tels que les pommes, les poires, les prunes, les raisins, les cerises, les figues & plusieurs autres, se couvrent avec le temps d'une croûte blanche, qui est un vrai sucre qui n'auroit besoin que d'être raffiné. M. *Gleditsch* assure avoir recueilli, sans travail, du sucre de plusieurs troncs de choux & autres végétaux, & M. *Gerhard* a obtenu du sucre crystallisé d'un extrait aqueux de raisin. *Neuest. Entdeck*, *&c. Crell*, *part. IX*.

On lit enfin dans les annales chymiques de M. Crell (janvier 1784), que l'on vient de répéter en Hongrie les expériences de M. *Jacquin*, pour retirer le sucre des tiges du blé de Turquie, & qu'elles ont parfaitement réussi.

Telles sont les matières premières de l'acide dont nous allons nous occuper, ou plutôt du composé végétal dont nous le retirons le plus ordinairement.

§. IV. *De la manière d'obtenir l'acide saccharin.*

Si l'on n'a pas perdu de vue ce que j'ai dit au commencement de cet article, on ne sera pas étonné de voir retirer l'*acide saccharin* de bien d'autres substances que du sucre ou des végétaux qui en tiennent. Je donnerai d'abord le procédé sur le sucre même, d'après M. Bergman, non que ce soit, comme il le dit, la matière qui le donne le plus abondamment & le plus pur, mais parce que c'est la première substance dont on l'a retiré, & celle qui paroit le fournir le plus facilement.

I. On met dans une cornue tubulée une once (*de 480 grains*) de sucre très-blanc pulvérisé, & trois fois autant d'acide nitreux, dont la pesanteur spécifique soit à-peu-près 1,560. Quand le sucre est dissous, & que les premières vapeurs rouges sont sorties, on y adapte un récipient, & on entretient un feu doux.

Il se dégage, pendant l'opération, une grande quantité de gas nitreux, & le mélange prend une couleur brune; alors on ajoute 3 onces du même

acide nitreux, & on continue de faire bouillir jusqu'à ce qu'il ne passe plus de vapeurs rouges ni d'acide fumant.

On verse alors la liqueur encore chaude dans une capsule évasée, & il s'y forme pendant le refroidissement des crystaux prismatiques, quadrilatères, longs & étroits, assemblés communément les uns aux autres sous un angle de 45 degrés, qui, recueillis & séchés sur le papier gris, pesent 109 grains.

On remet la liqueur restante dans la cornue avec 2 onces de nouvel acide nitreux, on fait bouillir jusqu'à ce que les vapeurs rouges diminuent; on verse, comme la première fois, dans un autre vaisseau, & on y trouve après le refroidissement environ 43 grains de petits crystaux en aiguilles.

Si on verse encore à différentes reprises jusqu'à 2 onces d'acide nitreux sur la portion de liqueur qui reste & qui est alors épaisse & visqueuse, on obtient par l'ébullition & l'évaporation à siccité une masse saline brune, gluante, déliquescente qui, après la dessiccation parfaite, est du poids de 30 grains, mais qui éprouve un déchet de près de moitié lorsqu'on veut la purifier.

Les crystaux que l'on a ainsi obtenus, & principalement les derniers, doivent être redissous & crystallisés de nouveau. La dernière lessive mise en digestion avec l'acide nitreux, & évaporée à siccité par la chaleur du soleil, fournit encore quelques prismes semblables à ceux de la première opération.

On voit ainsi qu'il faut à-peu-près trois parties de sucre, & trente d'acide nitreux pour en avoir une d'*acide saccharin*; M. Bergman avertit qu'il y a un déchet considérable sur ce produit, pour peu que l'ébullition ait été portée trop loin.

Les crystaux de l'*acide saccharin* sont des prismes qui divergent communément autour d'un même centre; chacun de ces prismes a quatre côtés posés obliquement, comme dans le spat, dont les deux alternes sont plus étroits: les deux plans quadrilatères souvent inégaux se terminent aux deux extrémités, ou à une seule, par un sommet en forme de toit. Il s'y trouve quelquefois des prismes si courts, qu'ils ressemblent parfaitement aux crystaux de spat à angles aigus tronqués parallèlement, d'où l'on peut aisément juger leur forme primitive.

Quelquefois le prisme est octogonal, & les plans du sommet égaux; la figure du sommet varie aussi par les angles que ses plans forment avec les côtés du prisme. Lorsque la liqueur a été troublée dans sa cristallisation, ou qu'elle n'a pas été suffisamment chargée, on n'obtient que des prismes tronqués, irréguliers, à cinq ou six côtés.

La dissolution de ces crystaux dans l'esprit-de-vin devient un peu trouble, & donne par le refroidissement des crystaux en écailles irrégulières, d'une odeur agréable, & qui blanchissent en séchant.

C'est ainsi que M. Bergman décrit la forme régulière de cet acide concret, & les variétés qui résultent de sa crystallisation (*Opusc. &c. tome I, page 274*). Suivant M. de Romé de l'Isle, les crystaux de l'*acide du sucre* offrent la même forme primitive, & les mêmes variétés que les crystaux de sucre; il n'y a de différence que par rapport au volume. *Voyez les figures des crystaux de sucre.*

II. Le savant Suédois a bien pensé que le sucre n'étoit pas la seule matière dont on pût retirer cet acide; il l'a cherché dans la *gomme arabique*, & a reconnu que cent parties de ce mucilage, traitées avec neuf fois autant d'acide nitreux, fournissoient pendant le refroidissement, vingt-une parties d'acide en crystaux prismatiques, indépendamment de ce qui restoit dans la liqueur, & qui peut être estimé cinq parties, ayant produit avec l'eau de chaux onze parties de saccharite calcaire.

Huit parties d'*esprit-de-vin très-rectifié*, traitées avec 24 parties d'acide nitreux, donnent, suivant M. Bergman, trois parties d'*acide saccharin*, mais il convient qu'il est le plus souvent en forme d'écailles, & chargé de beaucoup d'humidité.

« On l'obtient (dit-il enfin) du *miel*, & de toutes » les substances qui contiennent le *principe sucré*, » par le même procédé; quoique sa saveur & sa » crystallisation écailleuse lui donnent une sorte » de ressemblance avec l'acide du tartre, celui ci » dissous de même, & bouilli avec l'acide nitreux, » devient néanmoins un peu plus blanc, & il n'est » point altéré dans cette opération, puisque le feu » le convertit en charbon comme auparavant ».

Le célèbre Fontana a soumis à l'action de l'acide nitreux, par le même procédé, la *gomme adragant*, de même que plusieurs *sucs gommeux* de différens arbres: toutes ces substances lui ont donné un acide concret dont il a obtenu au feu les mêmes produits que de l'acide du sucre; il a retiré, toujours par le moyen de l'acide nitreux, un sel acide de l'*hydromel*, du *cidre*, de la *bière*, du *vin*, de la résine appellée vulgairement *gomme élémi*, & d'un assez grand nombre de matières analogues, pour se croire autorisé à conclure que les *substances gommeuses & résineuses* donnoient aussi un sel acide entièrement semblable à celui du sucre. *Journ. phys. tome XIII, page 22.*

M. Bergman avoit annoncé pour le 3e volume de ses opuscules, une dissertation où il se proposoit d'établir que cet acide entroit dans la composition des calculs; mais il y a lieu de croire qu'il a depuis reconnu des propriétés différentes dans l'acide des bézoards. *Voyez* ACIDE ZOOTIQUE, *& les additions à l'article acide.*

C'est à M. Berthollet que l'on doit la découverte de cet acide dans des *substances animales*.

Ce célèbre Chymiste traita la *soie* avec l'acide nitreux par le procédé qui vient d'être décrit; « elle

» fut attaquée promptement ; il se dégagea beau-» coup de vapeurs rouges, & bientôt elle fut » totalement dissoute, de façon qu'on n'apper-» cevoit dans la cornue qu'une liqueur très-claire » & bleuâtre, comme il arrive toutes les fois que » l'acide nitreux est phlogistiqué à un certain de-» gré». Lorsqu'il vit qu'il restoit peu de liqueur, il laissa refroidir l'appareil ; il trouva le lendemain dans la cornue une quantité assez considérable d'un sel qui, après une seconde crystallisation, étoit bien transparent, bien crystallisé en aiguilles prismatiques, & qui présentoit, soit dans sa forme, soit dans ses combinaisons, soit dans la distillation pneumato-chymique, *tous les caractères du sel qu'on connoît à présent sous le nom* d'acide saccharin.

M. Berthollet a observé que, lorsque l'acide nitreux qui avoit dissous la soie se refroidissoit, il se figeoit à sa surface une substance graisseuse qui, par le moyen de la chaleur, se dissolvoit entièrement dans la liqueur, quoiqu'on l'affoiblit de beaucoup d'eau, & qui passoit avec elle par le filtre ; mais pour observer cette graisse, il ne faut pas distiller sur la soie une quantité d'acide nitreux qui soit suffisante pour laisser l'*acide saccharin* dans un état de pureté, car l'acide nitreux l'emporte avec lui dans le récipient ; il en surnage alors une portion, mais la plus grande partie reste combinée. *Mém. de l'acad. roy. des sc. ann. 1780.*

Ce savant académicien a soumis à la même expérience de la *laine*, une *peau* préparée, des *tendons* & des *cheveux* ; toutes ces matières lui ont donné de l'*acide saccharin*, la laine plus que les autres : 6 gros ont produit 3 gros & quelques grains, c'est-à-dire, dans une proportion plus considérable que le sucre même.

Il a traité de la même manière une *partie musculeuse*, autant privée de graisse qu'il étoit possible, & qui avoit été tenue long-temps en digestion dans l'eau pour en séparer la partie gélatineuse ; il s'en sépara beaucoup de graisse qui ne lui permit pas de faire crystalliser régulièrement la petite portion d'acide. *La gelée donna extrêmement peu d'acide.*

Le *coagulum du sang* a donné beaucoup d'acide & de graisse.

Le *partie albumineuse de la sérosité* s'est comportée comme la gelée.

Le *blanc d'œuf* durci par l'ébullition a fourni peu de graisse & beaucoup d'*acide saccharin.*

Le *jaune d'œuf* n'a donné que peu de sel acide.

La partie *amilacée* & la partie *glutineuse* de la farine ont donné l'une & l'autre beaucoup d'*acide saccharin.*

Enfin M. Berthollet a choisi, pour une de ses expériences, le *coton*, dans les mêmes vues qu'il avoit pris la soie, c'est-à-dire, comme une substance homogène dans ses principes, & parce qu'étant d'un caractère tout végétal, elle devoit lui donner beaucoup d'*acide saccharin*, si cet acide entroit comme partie essentielle dans la composition des végétaux. Il s'est servi d'un acide nitreux très-concentré, parce que le coton résiste beaucoup plus à la décomposition que les corps sucrés & les substances animales ; mais après une dissolution complette, & la dissolution suffisamment évaporée, il n'a laissé qu'une *quantité infiniment petite d'acide saccharin.*

Il paroit que tous les acides végétaux peuvent être convertis en *acide saccharin.* M. Schéele l'a observé du jus de citron : M. Bergman dit avoir essayé sans succès, de l'obtenir de l'acide tartareux, & qu'il ne put même parvenir à le dépouiller assez du principe huileux pour l'empêcher de noircir au feu ; mais on verra bientôt que MM. Hermstadt & Westrumb ont réussi de manière à mettre la possibilité hors de doute.

On est moins étonné de le voir produire par le sucre de lait ; 1 ½ once ou 720 grains de ce sel ont donné à M. Westrumb 66 grains d'*acide saccharin.* M. Hermstadt avoit déja publié la même observation, & annoncé un produit plus que double, puisque 960 grains de ce sel lui avoient fourni 210 grains de crystaux d'*acide saccharin.*

MM. Hermstadt & Wiegleb ont retiré cet acide de l'esprit-de-vin dans des proportions différentes de celles de M. Bergman : je reviendrai sur leurs expériences pour apprécier les conséquences qu'ils en tirent.

On juge bien que ce n'est pas sans raison que je m'attache à déterminer les différentes substances qui peuvent servir à la préparation de notre acide, qu'il s'agit bien moins de multiplier les moyens de l'obtenir que de chercher dans ces faits la connoissance de sa vraie nature ; mais avant d'en tirer les conséquences, j'en ajouterai un que la Chymie doit à la sagacité du célèbre Schéele, & qui me semble devoir répandre sur ce sujet de nouvelles lumières.

L'*acide saccharin* se tire encore des *huiles* & des *graisses*, soit végétales, soit animales ; mais l'opération n'est pas aussi simple qu'avec le sucre. M. Schéele expose ainsi le procédé qui lui a réussi, pour mettre à nu le principe doux particulier qu'il avoit observé dans les préparations emplastiques.

« J'ai fait dissoudre une partie de litharge pul-» vérisée dans deux parties de graisse de porc, » en y ajoutant un peu d'eau, & tenant le mé-» lange en ébullition ; quand la graisse eut pris la » consistance d'onguent, je la laissai refroidir, & » j'en séparai l'eau par décantation. Cette eau con-» tenoit le *principe doux* dont il s'agit : je la fis » évaporer en consistance de syrop . . . . . » Si on distille de l'acide nitreux sur ce principe » doux huileux, & qu'on répète plusieurs fois » cette distillation, il se trouve enfin converti en » *acide saccharin*, & l'acide nitreux est très-phlo-» gistiqué. *Mém. de Chym. de M. Scheele, part. II,*

Cette expérience a été répétée au dernier cours public de l'académie de Dijon, sur le sain-doux; & à la seconde distillation de l'acide nitreux, il s'est formé par refroidissement dans la cornue une quantité de crystaux blancs qui étoient de l'*acide saccharin* concret.

Quand l'huile est vieille & rance, le syrop tient un peu de chaux de plomb; si elle est fraîche, l'acide vitriolique n'y occasionne aucun précipité salin métallique. Ce syrop ne se crystallise pas; si on l'expose à une grande chaleur, la fumée prend feu & brûle avec flamme; sa distillation exige le même degré de chaleur que l'acide vitriolique, il s'en élève une partie sans se décomposer, conservant sa saveur; il devient ensuite empireumatique, & il monte à la fin une huile noire qui a l'odeur d'esprit-de-tartre. Si l'on répète ces distillations, à chaque fois le feu décompose une nouvelle partie du principe doux qui peut à la fin être détruit.

Ce principe sucré, produit en quelque sorte par l'art, ne fermente pas, car ayant été mêlé avec l'eau, & laissé pendant quatre mois à une température convenable, il n'a point rougi l'infusion de tournesol; il se mêle avec l'alcohol de potasse, ou esprit-de-vin tartarisé, ce que ne fait pas le syrop de sucre ni le miel; mais il s'empare de l'alkali, & se précipite avec lui sous forme de magma épais.

M. Schéele a aussi fait bouillir sur la chaux de plomb de l'huile d'olive qui avoit été précipitée du savon par l'acide vitriolique, & il en eut également un peu de principe sucré. Il en retira aussi, à la vérité, en petite quantité de l'huile séparée de l'emplâtre diachylon par le moyen de l'esprit-de-vin & de l'acide vitriolique.

M. Vestrumb a aussi cherché l'*acide saccharin* dans l'huile, d'après ce que le docteur Murray avoit publié de la méthode de M. Schéele; il a obtenu de l'huile d'olive un sel qui se sublimoit, & qui étoit facilement réduit en crystaux; il a reconnu qu'il falloit trente-six parties d'acide nitreux pour en décomposer une d'huile d'olive; & en opérant sur 2 onces de cette huile (probablement par la distillation avec l'acide nitreux), il a eu une liqueur qui ressembloit beaucoup à l'huile animale de Dippel. *Chemisch. annal.* 1784, *part.* 3.

§. V. *De la nature & des propriétés de l'acide saccharin.*

I. L'*acide saccharin* a des propriétés communes à tous les acides; il en a qui n'appartiennent qu'à quelques acides, il en a qui lui sont propres & qui le caractérisent *être de son genre*; l'illustre Bergman les a décrites avec beaucoup d'exactitude.

Ses crystaux ont une saveur très-piquante; il n'en faut pas plus de 7 grains dans une pinte d'eau pour lui communiquer une acidité sensible. M. Hermstadt regarde comme une propriété particulière à ces crystaux, de se dissoudre avec bruit dans l'eau froide. M. Sage a observé pendant cette dissolution un refroidissement de 4 degrés.

Cet acide altère toutes les couleurs bleues végétales, excepté celle de l'indigo. *Un* seul grain dissous dans 1920 grains d'eau, rougit bientôt le papier bleu qui couvre les pains de sucre, sur lequel les acides foibles n'ont point d'action; un grain suffit pour donner à 3600 grains d'eau (ou 6 onces 2 gros) la propriété d'altérer en rouge le papier coloré en bleu par le tournesol.

L'eau distillée, au degré de l'ébullition, dissout une quantité de crystaux d'*acide saccharin* égale à son poids; elle n'en dissout que moitié à la température moyenne de 12 degrés au-dessus de zéro: la liqueur paroît d'abord un peu trouble, mais par la suite elle devient parfaitement lympide; la pesanteur spécifique de cette dissolution est 1,0593.

Si on évapore la dissolution, l'eau n'en emporte rien, même au degré de l'ébullition.

Cent parties d'esprit-de-vin bouillant dissolvent cinquante-six parties de cet acide en crystaux, c'est-à-dire, le double du sucre & plus; à la chaleur moyenne il ne s'en dissout que quarante. La dissolution devient un peu trouble & dépose un sédiment muqueux qui va à peine à $\frac{1}{10}$ de l'acide.

L'acide *vitriolique* concentré prend avec les crystaux une couleur brune, & détruit ce sel à la longue, sur-tout à l'aide de la chaleur. L'acide vitriolique délayé les dissout facilement, mais il n'altère que leur crystallisation; on peut les retirer sous forme de petites aiguilles.

L'acide *nitreux* dissout avidement l'acide du sucre; le mélange prend une couleur jaune lorsqu'il est exposé à l'action de la chaleur; on retrouve les crystaux après le refroidissement, mais le plus souvent irréguliers. Si l'on réitère ces dissolutions & digestions, l'*acide saccharin* se détruit à la fin entièrement, & on n'apperçoit plus de crystaux.

Ces crystaux se dissolvent dans l'acide *muriatique* & dans l'acide *acéteux*, mais ils n'y éprouvent aucune altération.

Ils ne se dissolvent que difficilement dans l'éther.

Ils sont solubles dans les huiles essentielles & dans les huiles grasses; on peut les retirer par une évaporation ménagée; l'acide s'éleveroit lui-même à un feu trop violent.

La manière dont cet acide se comporte au feu mérite sur-tout attention, par les conséquences que l'on en peut tirer pour déterminer sa nature.

« Ses crystaux (*dit M. Bergman*) exposés à une » chaleur qui excède le terme moyen, se cou» vrent d'une croûte, deviennent opaques, se ré» solvent enfin tout entiers en poussière blanche, » & perdent environ $\frac{3}{10}$ de leur poids; ils le re» couvrent très-promptement quand on les ex-

» pose à l'air humide. Ces cryſtaux, en vieilliſ-
» ſant, prennent une ſorte de duvet preſque ſem-
» blable à celui qui paroît ſur les luts pendant les
» diſtillations, mais qui conſerve tous les carac-
» tères de l'acide.

» Cet acide expoſé à un feu doux dans de pe-
» tits vaiſſeaux diſtillatoires, peu élevés & bien
» fermés, perd d'abord ſon eau de cryſtalliſation,
» qui va à $\frac{1}{10}$ du tout; à un feu plus fort, il ſe
» liquéfie bientôt, & acquiert une couleur brune
» en bouillant; il paſſe un peu de phlegme dans
» le récipient; le lut, qui eſt à la jointure de la
» cornue ſe couvre d'une effervеſcence acide; il
» ſe ſublime une croûte blanche ſaline, la violence
» du feu en fait même paſſer quelque choſe dans
» le ballon; mais la plus grande partie ſe détruit,
» laiſſant dans la cornue une maſſe brune ou
» griſe, de la valeur de $\frac{1}{52}$ des cryſtaux, qui a
» une odeur empireumatique, qui noircit l'acide
» vitriolique concentré, qui jaunit l'acide nitreux,
» & qui ſe diſſout dans l'acide muriatique ſans lui
» cauſer d'altération. Ce réſidu s'évapore au feu
» dans un vaiſſeau ouvert, & n'y laiſſe qu'une
» tache blanche.

» L'acide du ſucre, qui a été ſublimé, ſe remet
» facilement en cryſtaux; il paroît qu'il s'eſt ſeu-
» lement purifié en perdant toute la matière graſſe
» qu'on peut lui enlever ſans le détruire. On
» trouve dans le récipient une liqueur acide qui
» précipite l'eau de chaux qui a tous les caractères
» de l'acide du ſucre, mais qui ne donne pas faci-
» lement des cryſtaux. Il s'élève une grande quan-
» tité de vapeurs élaſtiques qui exhalent une odeur
» piquante & empireumatique quand on ſépare
» les vaiſſeaux ».

279 grains de cryſtaux d'*acide ſaccharin* ont donné à M. Bergman dans cette opération 109 pouces cubiques de gas, dont moitié s'eſt trouvée de l'acide méphitique qu'il a aiſément ſéparé par l'eau de chaux, & moitié du gas inflammable qui a brûlé avec une flamme bleue. M. Fontana a retiré d'une once du même acide concret 432 pouces cubiques de fluide élaſtique, dont le tiers étoit de l'acide méphitique, & le ſurplus du gas inflammable mêlé à un peu d'air commun. (*Journ. phyſ. tome XII, page 184*). Ces réſultats paroiſſent fort différens pour les quantités; mais il n'eſt pas ſurprenant que M. Fontana, qui s'étoit propoſé de décompoſer l'*acide ſaccharin* autant qu'il étoit poſſible par le feu, ait eu en produit gaſeux près du double de M. Bergman, qui n'a eſtimé que la portion de gas qui ſe ſéparoit pendant la première ſublimation de l'*acide ſaccharin* dans les vaiſſeaux diſtillatoires.

Lorſqu'on fait ſubir à cet acide une *ſeconde* ſublimation, il jette une fumée blanche qui, en ſe condenſant dans le récipient, produit une liqueur acide non colorée, mais non cryſtalliſable. Il s'attache aux parois & au col de la cornue un peu d'acide ſublimé peu altéré; il reſte au fond une matière griſe.

M. Bergman a voulu ſublimer une *troiſième* fois cet acide, mais l'abondance des vapeurs élaſtiques fit éclater le récipient; il recueillit cependant un peu de liqueur acide qui laiſſa un réſidu par l'évaporation à ſiccité, & la matière reſtée dans la cornue étoit blanche.

L'*acide ſaccharin* expoſé au feu dans des vaiſſeaux ouverts eſt bien plutôt altéré; il s'en élève une fumée qui affecte déſagréablement le nez & les poumons; le réſidu eſt beaucoup plus blanc; il n'eſt pas queſtion de matière charbonneuſe comme quand on brûle l'acide tartareux.

L'*acide ſaccharin* attaque avec effervеſcence les méphites terreux & alkalins.

Il enlève la terre calcaire à tous les acides.

Il forme avec les baſes terreuſes des ſels non déliqueſcens, & même très-peu ſolubles.

Il enlève quelques chaux métalliques à tous les autres acides, & forme des ſels ſolides pulvérulens avec pluſieurs de ces chaux qui ne donnent avec les acides nitreux & muriatique que des combinaiſons incryſtalliſables.

Telles ſont les propriétés que j'ai cru devoir rapprocher, comme caractériſtiques de l'*acide ſaccharin*, & avant de chercher à expliquer ſa formation, afin que l'on pût apprécier plus facilement ce qui me reſte à dire ſur ce ſujet.

II. L'*acide ſaccharin exiſte-t-il tout formé dans le ſucre?* C'eſt l'opinion de M. Bergman; il le regarde comme l'acide propre de ce ſel eſſentiel. L'acide nitreux ne fait que de le mettre à nu, en s'emparant d'une partie de la matière graſſe qui maſquoit ſon acidité, & l'acide nitreux n'éprouve lui-même d'autre changement dans l'opération, ſi ce n'eſt qu'il ſe charge de phlogiſtique au point de devenir rouge & de s'élever en état de gas nitreux. M. Cavendish croit également que l'acide nitreux n'entre aucunement dans la compoſition de l'*acide ſaccharin*, & qu'il ne ſert réellement qu'à dépouiller le ſucre d'une portion de ſon phlogiſtique. *Tranſ. philoſ. 1784, page 152.*

Ce ſyſtême ne peut plus ſe ſoutenir aujourd'hui, puiſqu'il eſt démontré que l'acide nitreux n'exiſte plus tout entier dans le gas nitreux, & que dans toutes les opérations analogues, cet acide eſt réellement décompoſé, & laiſſe une portion d'air vital qui, s'engageant dans une autre baſe, produit un nouveau compoſé. Le ſucre eſt donc acidifié par l'air vital de l'acide nitreux, tout de même que le ſont dans les mêmes circonſtances le ſoufre, le phoſphore, l'arſenic. &c. (*Voyez* ACIDE NITREUX, ACIDE ARSENICAL, *&c.*) Je crois d'autant moins devoir inſiſter ici ſur cette explication, qu'en la renfermant dans ces termes généraux, & ſans ſpécifier ſi la baſe acidifiée éprouve auſſi

quelque décompofition par double affinité, elle eft une vérité de fait palpable & indépendante des opinions qui partagent en ce moment les Chymiftes.

J'avois annoncé dans mes notes fur la differtation de M. Bergman, que l'air *élément acide univerfel* exiftoit néceffairement dans l'*acide faccharin*. Le mémoire de M. Lavoifier, publié l'année fuivante (1781), ne laiffe aucun doute à ce fujet. Ce grand Chymifte a traité le fucre & l'acide nitreux dans des vaiffeaux appareillés pour ne rien perdre des fluides élaftiques; il a employé à ces expériences un acide nitreux toujours le même, que l'on pouvoit regarder comme tenant par once 120 pouces de gas nitreux & 120 pouces d'air vital; il a fait état de la portion qui a paffé à la diftillation fans fe décompofer: voici les réfultats de fes opérations.

Ayant traité avec 4 gros de fucre, 2 onces de cet acide nitreux affoibli de 2 onces d'eau, & entretenu par degrés la diftillation jufqu'à ce qu'il ne paffât plus de gas nitreux, il a trouvé, favoir,

Dans les récipiens pneumatiques.

Gas nitreux .... 190 pouc. cub. *en poids*, à-peu-près.		1 *gros*	36 *gr.*
Gas acide méphitique . . 90 } au plus			63
Gas inflammable .... 25 }			3

Dans la cornue.

De l'*acide faccharin* en liqueur, tranfparent & fans couleur, du poids de	2 *onc.*	6 *gros*	18 *gr.*

Dans le récipient intermédiaire.

Acide nitreux non décompofé,		3	56
Eau qui avoit paffé avec lui, & augmenté la quantité de celle qui avoit été mife dans le récipient		6	28
Total . . .	4 *onc.*	2 *gros*	60 *gr.*

On voit que malgré toute l'attention de M. Lavoifier à recueillir tous les produits, il y a eu cependant une diffipation de matière du poids de 84 grains; mais il n'eft pas moins prouvé qu'une portion de la matière qui entroit dans la compofition de l'acide nitreux a paffé dans la compofition de l'*acide faccharin*, & c'eft l'air vital. *Mém. de l'acad. roy. des fciences, ann. 1778.*

Dans une autre expérience, ce favant académicien entreprit de détruire tout de fuite, dans les mêmes vaiffeaux, tout l'*acide faccharin* qu'il venoit de produire en traitant 2 onces du même acide nitreux, affoibli de 2 onces d'eau, avec 6 gros de fucre; il paffa, comme à l'ordinaire, une portion d'acide non décompofé qui ayant été mefurée exactement par la quantité de liqueur alkaline qu'elle pouvoit faturer, réduifit à 11 gros 55 grains, la quantité d'acide nitreux employée. La diftillation ayant été pouffée à ficcité, il ne refta dans la cornue qu'un léger enduit charbonneux, les produits gafeux devoient par conféquent être bien plus confidérables, & repréfenter cette fois le fluide élaftique qui étoit entré dans la compofition de l'*acide faccharin*: ce fut précifément ce qui arriva. Je ne puis mieux faire que de placer ici le tableau que M. Lavoifier a dreffé des quantités & qualités des gas recueillis dans cette opération, en *dix temps* différens, qui marquent fucceffivement les progrès de la décompofition de l'acide nitreux, la formation complette de l'*acide faccharin*, & à la fin fa réfolution en fes élémens par l'action de la chaleur.

DÉTAIL exprimé en pouces cubiques des efpèces & quantités des différens airs ou fluides aériformes obtenus de la combinaifon de 2 onces d'acide nitreux, & 6 gros de fucre, pouffés jufqu'à ficcité.

PORTIONS.	AIR nitreux.	ACIDE crayeux aériforme.	AIR inflammable.	TOTAL.
Premiere.	$56\frac{1}{3}$	....	....	$56\frac{1}{3}$
Seconde.	$49\frac{6}{10}$	6	....	$55\frac{6}{10}$
Troifièm.	$23\frac{1}{2}$	$22\frac{1}{2}$	$4\frac{2}{3}$	$50\frac{2}{3}$
Quatr.	$21\frac{4}{10}$	$30\frac{2}{3}$	$4\frac{1}{3}$	$56\frac{4}{10}$
Cinqu.	$14\frac{6}{10}$	$45\frac{1}{2}$	$2\frac{9}{10}$	63
Sixième.	15	$39\frac{1}{4}$	$7\frac{1}{2}$	$61\frac{1}{4}$
Septièm.	.....	$28\frac{1}{8}$	$8\frac{1}{4}$	$36\frac{1}{3}$
Huitièm.	.....	48	$11\frac{4}{10}$	$59\frac{4}{10}$
Neuv.	.....	$32\frac{4}{10}$	8	$40\frac{4}{10}$
Dixième	.....	$25\frac{4}{10}$	17	$42\frac{4}{10}$
Totaux.	$180\frac{11}{30}$	$277\frac{101}{120}$	$74\frac{1}{20}$	$522\frac{11}{40}$

On a vu, dit M. Lavoifier, par la première expérience, que l'air vital fe combinoit avec le fucre; la feconde nous apprend que quand l'acide du fucre eft formé, fi on le pouffe au feu, il fe réfout prefqu'en entier en gas acide méphitique & en gas inflammable; or le gas acide méphitique n'eft lui-même que le réfultat de la combinaifon de la *matière charbonneufe* avec l'air vital, principe acidifiant.

Ainfi, M. Lavoifier eft fondé à conclure que M. Bergman & tous ceux qui ont écrit depuis lui fur cette matière, ont été dans l'erreur lorfqu'ils ont regardé l'*acide faccharin* comme le réfultat de la pure décompofition du fucre; mais M. Lavoifier n'eft-il pas lui-même dans l'erreur, lorfqu'il veut que

cet acide ne soit *autre chose que le sucre en entier combiné avec le principe acidifiant ?* J'examinerai bientôt cette question ; mais je dois recueillir auparavant d'autres preuves tout aussi décisives, que l'air vital de l'acide nitreux est devenu partie constituante du nouvel acide.

Nous avons vu que 8 onces d'esprit-de-vin traitées avec 24 onces d'acide nitreux avoient donné à M. Bergman 3 onces d'*acide saccharin* : MM. Hermstadt & Wiégleb sont revenus sur cette expérience ; ils ont varié les doses, le dernier s'est attaché à procurer une décomposition plus complette de l'esprit ardent, en le recohobant plusieurs fois avec de nouvel acide nitreux ; & il résulte de leurs observations que la quantité du produit acide n'est nullement en proportion de la quantité d'esprit-de-vin, mais qu'elle dépend bien plutôt de la quantité & du degré de concentration de l'acide nitreux qu'on emploie. M. Hermstadt ayant distillé un mélange de 18 livres d'esprit-de-vin & 6 livres d'*eau-forte*, comme pour la dulcification de l'acide, il y eut 3 livres d'esprit ardent décomposées ; cependant ce Chymiste ne put tirer du résidu que 8 onces d'*acide saccharin*, & M. Wiégleb a reconnu que la même quantité d'esprit-de-vin donnoit beaucoup plus d'*acide saccharin*, quand on le traitoit avec l'acide nitreux fumant, que quand on se servoit d'un acide plus foible. *Crell, annales*, 1784, *pages 7 & 8.*

Je n'adopterai pas la conséquence que M. Wiégleb tire de ces faits, que l'*acide saccharin* n'est que l'acide nitreux, lui-même altéré par le phlogistique ; ils prouvent seulement que l'*acide saccharin* n'existe pas tout formé dans l'esprit-de-vin, qu'il n'est pas une de ses parties constituantes, en un mot, qu'il reçoit quelque chose de l'acide nitreux ; & si on fait attention que dans tous les procédés pour la préparation de l'*acide saccharin*, on peut recueillir séparément le gas nitreux capable de régénérer l'acide nitreux qui a été décomposé, quand on lui restituera de l'air vital, il me paroit impossible de se refuser à la conséquence immédiate, que le nouveau produit acide est en partie formé aux dépens de l'acide nitreux, & en lui prenant son air vital.

III. Il ne s'agit plus présentement, pour avoir une entière connoissance de la nature de l'*acide saccharin*, que de déterminer *quelle est sa base acidifiable.*

Suivant M. Lavoisier, c'est le *sucre tout entier* qui entre en combinaison avec le principe acidifiant ; & ceux qui connoissent la doctrine que ce célèbre académicien a entrepris de mettre à la place de celle de Stahl, sentiront que cette opinion devient forcée dans son système ; car le sucre doit être considéré dans l'*acide saccharin* comme le souffre dans l'acide vitriolique, comme le phosphore dans l'acide phosphorique, &c. S'il perd quelque chose en passant à l'état d'acide, ce ne peut être que ce principe fugace que Stahl a appellé phlogistique : s'il lache ce principe, il faut bien qu'il se retrouve quelque part, & puisqu'il n'y a d'autre produit que le gas nitreux, il sera donc dans ce fluide aériforme, pour y mettre le radical nitreux en état de souffre, pour concourir à ces nouvelles affinités doubles, &c. &c., & voilà toutes les preuves du phlogistique raffermies sur leur base, tout l'édifice de la théorie exclusive de l'air vital renversé : la question sous ce point de vue acquiert un nouvel intérêt.

Je pourrois d'abord demander à M. Lavoisier pourquoi le sucre lui-même, étant supposé capable de s'unir avec l'air vital, cette affinité simple directe ne s'exerce pas en tant d'occasions où ces substances se trouvent en contact ? Cette question, qui revient toutes les fois que j'examine quelque point relatif à l'hypothèse anti-phlogistique, devient plus embarrassante encore dans le cas présent par deux circonstances que je ne dois pas omettre.

La première est que, jusqu'à présent, l'acide nitreux a été le seul intermède capable de procurer cette combinaison de l'air vital acidifiant avec le radical, quel qu'il soit, de l'*acide saccharin.* L'illustre Bergman a cherché à l'obtenir, ou, comme il le disoit, à décomposer le sucre, à mettre à nu son principe salin, *en le distillant seul*, *en le faisant détonner avec le nitre*, *en le faisant bouillir dans l'acide muriatique déphlogistiqué*, *en le traitant enfin avec la chaux noire de manganèse.* Aucun de ces moyens n'a réussi. J'ai essayé l'action si puissante du gas muriatique déphlogistiqué, condensé à la manière de M. Berthollet, & qui décompose le souffre, (*voyez* ACIDE RÉGALIN), je n'ai pas eu plus de succès. J'ai fait digérer le sucre dans l'acide arsenical en liqueur, le mélange est devenu noir long-temps avant l'ébullition, le filtre en a séparé une matière noire qui étoit un vrai régule d'arsenic, & cependant il ne s'est point formé d'*acide saccharin*, puisque la liqueur n'a pas précipité l'eau de chaux. Dans toutes ces opérations, il y a une portion d'air vital rendue libre ; c'est une vérité de fait indépendante de tout système, & présentement avouée par tous les Chymistes. Le sucre pourroit donc se combiner avec cet air ; il le devroit nécessairement, suivant les régles établies d'après les phénomènes analogues : or, c'est ce qui n'arrive pas : l'affinité simple est donc insuffisante pour produire l'union de l'air acidifiant avec le radical saccharin.

Une *autre circonstance* non moins digne de remarque, est que dans les opérations où le sucre est employé pour reprendre l'air vital qui se trouve par excès, où il ne peut, dans l'hypothèse anti-phlogistique, jouer aucun autre rôle, il ne se produit cependant point d'*acide saccharin* ; c'est ainsi que le sucre ajouté à l'acide vitriolique pur y rend soluble la chaux noire de manganèse, en s'appropriant l'air vital surabondant, qui adhéroit à cette chaux ; c'est ainsi qu'ajouté à l'acide muriatique, il empêche par la même raison la production

du gas acide muriatique déphlogistiqué. (*Voyez* ACIDE RÉGALIN. §. II.) M. Schéele a observé que, pendant cette décomposition du sucre, on n'appercevoit point de matière noire, mais qu'il s'élevoit des vapeurs de vrai vinaigre. *Mém. de Chym. part. I, pag. 75.*

Mais nous pouvons abandonner ici les conséquences qui résultent de la nécessité d'une affinité double pour ces sortes de décomposition & de conversion à l'état d'acide; le sujet présente des argumens plus directs, & qui me paroissent décisifs.

Si, comme le pense M. Lavoisier, le sucre entre tout entier dans l'*acide saccharin*, il suit nécessairement que le sucre doit exister dans toutes les substances dont on retire cet acide par le même intermède; c'est ce qu'il n'est pas possible d'admettre: le sucre n'entre donc pas tout entier dans la composition de l'*acide saccharin*.

Je dis qu'*il est impossible d'admettre que le sucre existe dans toutes les substances que l'on peut employer à la formation de l'acide saccharin;* &, pour s'en convaincre, il suffit de se les rappeller & de considérer leur nature diverse: ce ne sont pas seulement les sucs sucrés, les muqueux fermentescibles, les végétaux acescens, c'est encore, & en même temps, & de la même manière, la partie amilacée & la partie glutineuse des *graminées*, l'huile grasse pesante & l'esprit ardent, le sel piquant de l'oseille, le jus aigre du citron & les filamens insipides qui entourent les graines du cotonnier: ce sont des substances tout aussi diverses entr'elles, qui appartiennent au règne animal, tels que les poils, la peau, les muscles, la partie rouge du sang, la sérosité, la graisse, le jaune & le blanc de l'œuf, &c. Quoi! le sucre seroit réellement partie constituante de tous ces corps; ils le recéleroient dans une proportion assez considérable, & les caractères extérieurs de la plupart semblent plus faits pour l'exclure que pour l'annoncer! Il faudroit croire que l'esprit-de-vin, par exemple, qui ne s'unit pas même au sucre en toute proportion, en contient pourtant un quart de sa masse, puisque 8 onces d'esprit-de-vin en donnent 3 d'*acide saccharin*, & que M. Lavoisier n'y fait entrer lui-même l'air acidifiant que pour un tiers! Il faudroit imaginer enfin que le sucre fût à la fois un principe assez simple pour entrer comme élément dans presque tous les individus des deux règnes organiques, assez fort pour résister à l'action de l'acide nitreux bouillant, & pourtant assez destructible pour disparoître même avant de se manifester par aucune propriété dans toutre autre analyse de tous ces corps, si l'on en excepte la classe des muqueux sucrés! C'est pour le coup que l'on seroit dans le cas d'exiger des preuves bien précises d'un pareil systême; & on desire encore des probabilités.

Ce ne sont pas cependant les seules objections que l'on puisse faire au systême de M. Lavoisier: il suppose que le sucre est de toutes les matières celle qui doit fournir d'avantage d'*acide saccharin*; c'est une conséquence évidemment nécessaire de ses principes, puisque toutes les autres matières ne contiennent qu'en partie ce qui le constitue en entier; & cette conséquence est démentie par l'observation. M. Bergman n'a pu retirer qu'une partie d'*acide saccharin* de trois parties de sucre, en prenant tous les moyens possibles pour atteindre le *maximum* de ce produit, & la laine a donné à M. Berthollet plus de moitié de son poids de cet acide concret. Il n'est plus permis de dire après cela que le sucre tout entier passe dans cet acide.

Quelle sera donc la substance que nous regarderons proprement comme la base acidifiée par l'air vital dans l'*acide saccharin?* Il est possible que nous n'ayions pas toutes les données nécessaires pour résoudre complettement ce problême; mais nous nous tiendrons du moins dans les bornes d'une conjecture plus raisonnable, en disant que c'est le principe qui existe le plus abondamment dans les matières qui fournissent le plus de cet acide; que c'est celui qui rapproche le plus essentiellement toutes ces matières, soit par leurs propriétés extérieures, soit par les produits de leur analyse; que ce doit être enfin celui qui, par-tout où il se rencontre, conserve des caractères plus simples, plus uniformes, & semble donner à la masse une apparence d'autant plus homogène, qu'il y est plus dominant: or, toutes ces considérations excluent précisément le corps sucré, & indiquent assez clairement une huile tenue, réduite à sa plus grande pureté, isolée de tout ce qui la mettoit auparavant dans l'état savonneux, & à plus forte raison de ce qui portoit ce savon à un ordre ultérieur de composition.

Dans cette hypothêse, on concevra du moins pourquoi trois parties de sucre ne donnent jamais qu'une partie d'*acide saccharin*, quoique tout le sucre soit décomposé; pourquoi cet acide une fois formé, il n'est plus possible d'en séparer la moindre partie de sucre (ce qui devroit arriver si ce n'étoit qu'une simple surcomposition du sucre tout entier), mais seulement les principes que donnent à l'analyse les huiles qui laissent le moins de charbon. L'attention qu'a eu M. Lavoisier de recueillir les produits aériformes dans tous les temps de l'opération, nous a fait voir que, même pendant la formation de l'*acide saccharin*, il se dégageoit déja de l'acide méphitique & du gas inflammable; ce n'étoit pas l'acide nitreux qui les fournissoit, ils étoient donc séparés du sucre, & il y a lieu de croire que le gas inflammable n'étoit que la portion surabondante à celle qui entroit dans le gas nitreux; que l'un & l'autre faisoient partie du sucre, ou plutôt de l'acide propre du sucre ou acide syrupeux, qui, étant déplacé, se résolvoit en ses élémens analogues à ceux de tous les acides végétaux.

On

On ne manquera pas d'objecter que, comme l'*acide saccharin* lui-même se résout par l'action du feu presque tout entier en ces deux gas, il n'est pas possible de distinguer ce qui vient de sa destruction ou de celle des autres parties composantes du sucre : il est vrai que je n'ai à opposer à cette objection que la succession assez marquée des effets, & je sens bien que ce seroit y répondre d'une manière peu satisfaisante, que de dire vaguement, avec la plupart des Chymistes, que ce sont les proportions de ces principes & leur union plus ou moins intime qui constituent les différences de tous les corps qui se rapprochent par ces produits analytiques ; voilà pourquoi je n'ai pas craint d'avouer qu'il nous manquoit quelque connoissance pour l'explication de ces phénomènes, à laquelle on n'arrivera peut-être que quand on aura acquis de nouvelles lumières sur le calorifique, élément plus fugace que tous ceux que nous sommes déja venus à bout de coercer, & qui joue vraisemblablement un rôle dans toutes ces opérations ; mais jusques-là je ne vois pas que ce soit un motif de regarder comme identiques des corps que nous voyons d'ailleurs manifester des propriétés si différentes, que ce soit une raison de penser qu'il y ait plus de sucre dans la laine que dans le sucre même, ou que l'esprit-de-vin contienne plutôt du sucre dont il ne donne aucun indice, que le sucre ne contient de l'huile qui s'y décèle de tant de manières differentes.

Deux observations d'un autre ordre viennent à l'appui de ces raisonnemens.

La *première* est due au célèbre Schèele ; il a reconnu que l'acide citronien en l'état concret & crystallin ne donnoit plus d'*acide saccharin* avec l'acide nitreux, tandis que le jus de citron, ou acide citronien ordinaire, en produisoit en quantité (*Mem. de Chymie*, *édit. franç. art. XXIV.*) ; voilà deux effets opposés dont la cause est bien sûrement dans l'opération qu'on fait subir à cet acide pour lui donner la forme concrète ; jugeons de l'altération qu'elle produit par les moyens qu'on emploie : c'est en unissant l'acide à la chaux pour lui reprendre ensuite cette base par l'acide vitriolique, qu'on l'améne au degré de pureté nécessaire, que l'on parvient à le débarrasser de la matière extractive savonneuse qui s'opposoit à cette crystallisation ; l'acide propre du citron ne contribue donc en rien à la production de l'*acide saccharin*, il n'y a que la partie huileuse qui devient partie constituante de ce nouveau produit ; & puisque l'acide citronien fluide paroit décomposé comme l'acide du sucre, puisque l'acide du sucre a aussi son acide propre (quoique moins à nud) qui met aussi son huile à l'état savonneux, il paroit assez clair que c'est absolument le même ordre de phénomènes.

Venons à la *seconde* observation. MM. Hermstadt & Westrumb ont traité avec l'acide nitreux l'acidule tartareux, vulgairement appellé crême de tartre, & en ont obtenu de l'*acide saccharin*. Le premier travaillant à déphlogistiquer l'acide tartareux, en distillant dessus de l'acide nitreux, fut fort étonné lorsqu'ayant interrrompu son opération avant que tout l'acide nitreux eût passé, il trouva après le refroidissement des crystaux de véritable *acide saccharin*. M. Westrumb avoit pour objet de découvrir dans le tartre raffiné l'*acide saccharin* qu'il soupçonnoit exister dans tous les acides végétaux ; il commença par verser sur une once ou 480 grains d'acidule tartareux (crême de tartre du commerce) 2 onces d'acide nitreux foible pour en faire la dissolution, il en sépara par le filtre 28 grains de matière terreuse insoluble ; il fit crystalliser le nitre qui s'y étoit formé, & ayant distillé à plusieurs reprises sur la liqueur jusqu'à 4 onces d'acide nitreux plus fort, il trouva dans la cornue une masse saline qui, redissoute & crystallisée, fournit 280 grains d'*acide saccharin*, indépendamment de ce qui s'étoit perdu par la fracture d'un vaisseau sur la fin de l'opération.

On a vu les conséquences qu'en tiroit M. Westrumb : M. Hermstadt croit que l'*acide saccharin* n'est autre chose que de l'acide tartareux, ou altéré par son union avec un peu d'acide nitreux, ou plus dépouillé de sa partie grasse par l'action de l'acide minéral, & que l'acide acéteux n'en diffère lui-même que parce qu'il retient encore plus de matière huileuse que l'acide tartareux.

Ce que j'ai dit précédemment me paroit devoir suffire pour apprécier ces opinions, sans que j'en fasse une application directe ; mais cette conversion de l'acide tartareux me semble bien favorable aux principes que j'ai établis. Si on retranche de la quantité d'acidule tartareux, employée par M. Westrumb, 1°. les 28 grains qui n'ont pas été dissous, & qui étoient du tartre calcaire, 2°. 61 grains d'alkali qui ont produit 125 grains de nitre crystallisé, il ne reste que 391 grains d'acide tartareux, c'est-à-dire, de la matière qui a pu être convertie ; or le produit de la conversion a été de 280 grains, non compris la perte occasionnée par un accident ; & déduisant le tiers pour le poids de l'air acidifiant, suivant l'estimation de M. Lavoisier, on trouve que des 391 grains de substance convertible, il en a passé 183 dans le nouvel acide. Voilà donc encore une matière qui n'est pas du sucre, & qui fournit plus que le double du sucre à la composition de l'*acide saccharin* ; & si on considère en même-temps à quel point ces matières s'éloignent l'une de l'autre par leurs propriétés sensibles, si on fait attention qu'en effet le principe huileux domine dans l'acide tartareux ; qu'il se manifeste par le charbon qu'il laisse, & à la distillation ; que cette huile, quoique trop grossière pour entrer en combinaison avec l'air acidifiant, n'en recèle pas moins une plus grande proportion l'huile plus subtile, analogue à celle que l'air vital prend dans l'esprit-de-vin ; enfin, qu'à la différence de l'acide citronien exprimé, l'acide tartareux n'éprouve aucune altération par

la chaux, & peut-être régénéré en tartre comme auparavant, on ne sera plus tenté d'admettre ni l'*acide saccharin* dans le tartre, ni l'acide tartareux dans le sucre, ni aucun de ces sels tout entier dans l'*acide saccharin*. On acquéreroit probablement une nouvelle preuve contre ces hypothèses, en traitant avec l'acide nitreux l'huile de la distillation du tartre, & retirant ainsi de l'*acide saccharin* de ce sel décomposé.

Concluons donc que l'*acide saccharin* est formé comme tous les autres acides de la combinaison de l'air vital avec un radical particulier, ou base acidifiable de son genre; que le premier est fourni par l'acide nitreux qui est décomposé, & dont la base est mise en état de souffre nitreux aériforme, par son union avec le phlogistique; que le *radical saccharin* est une substance huileuse qui se rencontre sous une forme plus ou moins extractive, plus ou moins grossière, dans une infinité de corps de diverse nature, & qui par l'opération est réduite au degré de pureté, de ténuité nécessaire pour devenir principe prochain identique de l'*acide saccharin*. *Voyez* Acide végétal.

§. VI. *De l'action de l'acide saccharin sur les différentes bases & de ses affinités.*

Ce que j'ai dit des caractères distinctifs de l'*acide saccharin* a pu faire juger qu'il étoit un dissolvant très-puissant, approchant beaucoup, pour la fixité & l'énergie, des acides minéraux. La nécessité de donner un nom de genre à tous les sels qui en sont formés m'avoit fait adopter le dérivé *saccharte*; quelques-uns l'ont trouvé dur à la prononciation, & c'est un défaut suivant les principes de dénomination que j'ai établis (*Voyez* Dénominations); mais il est facile de le corriger par l'addition d'une voyelle, sans changer les rapports étymologiques. *Voyez* Saccharite, *ou* Saccharte calcaire, Saccharite de soude, Saccharite martial, &c.

La propriété qu'a cet acide de s'emparer de la terre calcaire de quelque manière qu'elle soit tenue en dissolution, en a fait un réactif précieux dans les analyses. (*Voyez* Réactif.) Cependant M. Bergman a observé qu'il manquoit son effet dans la dissolution de la pierre de la vessie, où l'acide vitriolique décéloit un peu de terre calcaire, ce qu'il attribue à la petite portion de matière grasse que contient l'*acide saccharin*, quoique trop peu considérable pour se manifester par un résidu charbonneux. (*Mém. de Chym. de M. Schéele, part. I, pag.* 212.

Il n'attaque pas les métaux parfaits, c'est-à-dire, l'or, la platine, l'argent & le mercure, à moins qu'ils n'aient été précédemment réduits en état de chaux.

M. Bergman indique dans l'ordre suivant ses affinités par la voie humide.

Le calce.
Le barote.
La magnésie.
La potasse.
La soude.
L'ammoniac.
L'alumine.

Les Chaux métalliques,
- De zinc.
- De fer.
- De manganèse.
- De cobalt.
- De nickel.
- De plomb.
- D'étain.
- De cuivre.
- De bismuth.
- D'antimoine.
- D'arsenic.
- De mercure.
- D'argent.
- D'or.
- De platine.

L'eau.
L'esprit-de-vin.
Le phlogistique.

Cet acide se laissant sublimer en partie, & ensuite décomposer à un certain degré de chaleur, il ne peut être question de ses affinités par la voie sèche. M. Sage a observé qu'il dégageoit l'acide nitreux lorsqu'on le traitoit avec le nitre à la distillation, & cela n'est pas étonnant, puisque, comme le dit M. Bergman, c'est alors de l'acide nitreux phlogistiqué qui cède la place même aux acides végétaux; ainsi la fixité de celui-ci n'est pas nécessaire pour produire cette décomposition.

Cet acide prend à l'acide vitriolique le calce, l'argent, le mercure, le fer, le zinc, l'antimoine & la manganèse.

Il enlève à l'acide nitreux le mercure, le plomb & le bismuth.

Il décompose le muriate de plomb, & occasionne même un peu de précipité dans la dissolution de muriate mercuriel corrosif.

Il enlève aux trois autres minéraux le cuivre, le nickel, la manganèse, & le cobalt à tous les acides connus.

Il déplace le vinaigre des acètes de cuivre & d'antimoine.

L'action de cet acide sur les huiles a été fort peu examinée; M. Bergman a seulement observé qu'il s'y dissolvoit, & qu'on pouvoit le retirer en crystaux; mais j'ai reconnu que, quoiqu'on le fît bouillir sur les huiles, il n'en rendoit pas la moindre portion

miscible à l'eau, phénomène remarquable, puisque le sucre a éminemment cette propriété, & qui peut être ajouté aux preuves que j'ai données, que le sucre étoit décomposé avant d'entrer dans la composition de cet acide.

Il s'unit à l'esprit-de-vin, mais il n'est pas encore décidé s'il peut former réellement la combinaison éthérée. *Voyez* ETHER.

ACIDE SACLACTIQUE *ou* SACH-LACTIQUE, pour mieux conserver l'étymologie, c'est-à-dire, *acide du sucre de lait.*

C'est encore à M. Schéele que nous devons la connoissance de ce nouvel acide qui n'avoit pas même été soupçonné par ceux qui, avant lui, avoient entrepris l'analyse du sucre de lait; cet acide, admis par l'illustre Bergman comme un être de son genre, a été regardé par M. Hermstadt comme un saccharite calcaire, masqué par excès d'un de ses principes. Il n'y a pas d'apparence que ce sel concret, encore peu connu, soit de long-temps appliqué comme instrument à des dissolutions acides, ou comme ingrédient à des composés d'un grand usage dans la médecine ou dans les arts; mais on découvre souvent un objet d'utilité qu'il n'a pas été possible de prévoir; & puisque tous les faits sont liés dans l'étude de la nature, puisque dans la science de l'analyse principalement, c'est la dernière vérité qui met le sceau à toutes les autres, nous ne devons en négliger aucune. Ainsi je suivrai dans cet article la même marche que dans les précédens; je traiterai d'abord du sucre de lait, de la manière de le préparer & de ses propriétés; j'indiquerai ensuite le procédé pour en retirer l'*acide-sach-lactique*; je ferai connoitre enfin ses caractères propres & ses affinités.

§. I. *Du sucre de lait & de sa préparation.*

Kempfer rapporte que les Brachmanes ont connu autrefois la manière de faire le sucre de lait; quoi qu'il en soit, *Fabricius Bartholet* ou *Bartholdi*, médecin italien, est le premier qui ait fait mention du sel essentiel de lait sous le titre de *manne* ou de *nitre du lait*, dans son encyclopédie hermétique & dogmatique, imprimée à Boulogne en 1619. *Ettmuller* en a donné une description qu'il a empruntée de cet auteur. *Testi*, médecin vénitien, publia en 16[illegible]8 un mémoire sur le sucre de lait, où il paroit s'en attribuer l'invention, où il parle avec emphase de ses vertus, sur-tout contre la goutte, & donne dans un style alchymique la manière de le préparer. *Werloschnigg* & *Vallisnieri* ont successivement fait connoitre ce sel. *Fickius* & *Cartheuser* ont indiqué différens procédés. *Williamoz* assure que celui de Cartheuser ne lui a pas réussi; il fait le plus grand éloge du sucre de lait que prépare un nommé *Creuzius*, qu'il regarde comme supérieur à celui qui se fait dans le reste de la Suisse, & dont il regrette que la méthode ne soit pas divulguée. En attendant, voici celle qu'il décrit comme la meilleure, & qui se pratique communément dans les Alpes du côté de la Suisse.

On prépare deux espèces de sucre de lait, l'une en forme de tablettes, l'autre en crystaux.

Pour le *sucre de lait en tablettes*, on écrême le lait à l'ordinaire, on le fait prendre ensuite avec de la presure, pour en retirer le petit lait, que l'on filtre à travers un linge propre, & que l'on fait évaporer sur un feu lent, en le remuant doucement jusqu'à ce qu'il soit réduit en consistance de miel: quand il est suffisamment épaissi, on le remet dans des moules, on lui donne différentes figures, & on le fait sécher au soleil.

Le *sucre de lait en crystaux* se tire du précédent. On fait dissoudre dans l'eau les tablettes de sucre de lait, on le clarifie avec le blanc d'œuf, on le passe à la chausse, on le fait évaporer jusqu'à ce qu'il ait la consistance d'un sirop, & on le met crystalliser en repos. Les crystaux se trouvant séparés, forment des masses cubiques, brillantes & très-blanches; ils sont attachés aux parties du vaisseau par couches; si l'on veut encore faire épaissir la liqueur qui reste, & la mettre en repos, on en retire de nouveaux crystaux; on peut répéter une troisième fois cette opération. Les premiers crystaux sont d'un blanc éblouissant, les seconds sont de couleur de paille, les derniers sont bruns; en les faisant dissoudre de nouveau dans de l'eau pure, & répétant la clarification, la filtration & la crystallisation, on peut porter les derniers au degré de blancheur des premiers. *De sale lactis essentiali* lugd. Bat. 1156, & *comm. lipf. tom. VI.*

On voit déjà que le sucre de lait est un sel essentiel, retiré de la sérosité du lait, après qu'on en a séparé les parties butireuse & caséeuse.

L'illustre de Haller a parlé de ce sel dans sa physiologie, ainsi que de la méthode de le préparer, qu'il a décrite très-clairement. Il croit que les laits de tous les animaux donneroient ce sel, mais pas en même proportion, comme on peut en juger par les observations suivantes:

4 onces de lait de brebis ONT DONNÉ *grains* de sucre.	35 — 37
De chèvre	47 — 49.
De vache	53 — 54.
De femme	58 — 67.
De jument	69 — 70.
D'ânesse	80 — 82.

Une livre de petit-lait de vache ne donne guères plus de 1 ½ gros de crystaux bien nets. M. Voltelen a retiré (*en poids*) 33 parties de sucre de lait de 672 parties de petit-lait de brebis purifié; M. Lichtenstein dit qu'on obtient communément 558 grains de sucre de lait en crystaux d'une mesure de petit-lait qu'on peut évaluer à 46 pouces cubes (*mesures de France.*)

La forme de ces crystaux est le plus ordinairement un parallelipipède Rhomboïdal; ils ont une

saveur sensiblement sucrée, &, suivant M. Macquer, cette saveur leur est étrangère, & vient de la substance extractive que contient la liqueur dans laquelle ils se sont formés, de sorte qu'en faisant bien égoutter ces crystaux, « les dissolvant ensuite » dans l'eau pure, & les faisant crystalliser une » seconde fois par l'évaporation, on les obtient » beaucoup plus blancs & moins sucrés, & qu'on » peut, en réitérant cette manœuvre une troisième » ou même une quatrième fois, si cela est nécessaire, avoir des crystaux parfaitement blancs & » presque sans saveur : car ce sel en a très-peu » lorsqu'il est pur ».

Sur cela on pourroit penser ou qu'il y auroit une différence essentielle entre les crystaux & cette eau-mere, ou du moins une décomposition progressive des premiers; pour éclaircir ces doutes, je rapporterai les expériences du célèbre Lichtenstein d'après la note de M. Léonhardi sur ce passage de M. Macquer.

La liqueur (dit M. Lichtenstein) dans laquelle crystallise le sucre de lait est douce ou acide, suivant que le petit-lait dont on retire les crystaux est lui-même doux ou acide. Dans l'un & l'autre cas, cette substance paroît après l'évaporation comme du sucre de cassonade.

Le résidu de crystallisation du sucre de lait *dans le petit-lait doux* a un goût gras, un peu empyreumatique, & qui tient sensiblement du sel commun; il a aussi une odeur d'empyreume; il se dissout très-facilement dans l'eau : le sirop de violettes, l'infusion de tournesol, la dissolution du verd de Brunswich raffiné (1), à qui tous les acides ôtent la couleur bleue, & la dissolution de sublimé, n'en reçoivent aucune altération; son mélange avec le foie de soufre n'en rend pas l'odeur plus forte : quand on le pulvérise avec la potasse, la chaux vive & le minium, il s'en dégage de l'alkali volatil; l'acide vitriolique, versé dessus, en dégage une odeur d'acide muriatique; il précipite les dissolutions d'argent, de plomb & de mercure en état de muriates métalliques : exposé au feu, il s'enflamme d'abord en répandant une odeur de pain grillé, jusqu'à ce qu'il en ait pris la consistance & la légéreté; à un feu plus fort, il donne une odeur d'esprit de tartre, & se réduit en charbon. L'esprit-de-vin, que l'on fait digérer sur le résidu de ces crystaux, se charge d'une portion qui, étant rapprochée & mêlée avec l'acide vitriolique, donne un acide subtil, & par l'addition de l'alkali fixe une odeur d'alkali volatil.

Le résidu de crystallisation de sucre de lait *dans le petit-lait acide*, qui est en forme de magma, a un goût acidule, & pourtant aussi alkalin. Il altère sensiblement en rouge le sirop de violettes & l'infusion de tournesol; il fait effervescence avec les alkalis non caustiques; il change sur le champ en verd d'émeraude la dissolution bleue du verd de Brunswich; il décompose l'hépar sulfureux, & en dégage l'odeur hépatique ordinaire; il communique à l'esprit de-vin, avec lequel on le fait digérer, une couleur jaune, & s'y dissout en assez grande quantité, puisqu'après l'évaporation de l'esprit-de-vin il reste une matière brune, visqueuse, ayant une saveur salée acide, faisant effervescence avec les alkalis, & répandant alors une odeur d'alkali volatil, de laquelle enfin l'acide vitriolique dégage une odeur d'acide subtil : la portion insoluble dans l'esprit de-vin ne fait point d'effervescence avec les alkalis, ne donne point de vapeurs acides quand on y verse de l'acide vitriolique; & quand on la fait dissoudre dans l'eau, il s'en sépare beaucoup de terre d'un blanc jaunâtre. *Abhandl. von Milchzucker, &c. Braunschw.* 1772.

Après avoir fait connoître la nature de ces résidus, M. Lichtenstein examine les crystaux même qui en sont tirés, & cette partie de son travail n'est pas moins précieuse.

» Le *sucre de lait doux* est le plus pur; on ne l'obtient que du petit-lait doux; il est du plus beau blanc, en petits crystaux demi-transparens, qui forment des prismes parallélipipèdes réguliers, terminés par une pyramide régulière parallelogrammatique rectangulaire; sa pésanteur spécifique est 1, 543, à la température de 10 à 11 degrés de Réaumur.

L'eau au même degré en dissout à-peu-près le 7e. de son poids.

Il est absolument insoluble dans l'esprit-de-vin rectifié.

Il a une saveur douceâtre très-foible.

Il est absolument inodore.

Il n'altère point l'infusion de tournesol, ni le sirop de violettes, ni la dissolution de verd de Brunswick; il ne trouble pas la dissolution de muriate mercuriel corrosif, & ne décompose pas l'hépar de soufre calcaire.

Quand on le pulvérise avec la potasse, la chaux vive ou le minium, il ne répand aucune odeur ammoniacale; l'acide vitriolique n'en dégage point de vapeur d'acide muriatique.

Il ne décompose pas les dissolutions d'argent, de plomb & de mercure.

Si on l'expose à un feu doux sur un vaisseau de terre, il répand une odeur de sucre brûlé; il se boursouffle considérablement, & se réduit en une masse noire, épaisse, qui se durcit d'abord à l'air, mais qui se ramollit dans la suite, & qui, mise sur la langue, manifeste une saveur douce comme le sucre de lait lui-même, un arrière-goût tirant foiblement à l'amer. A un feu plus fort, il se brûle, & ne laisse qu'une matière charbonneuse d'un brun noir, très-rare, qui exhale un odeur de tartre brûlé.

---

(1) Espèce de tartre de cuivre. *Voyez* réactif.

Il se dissout complettement dans l'acide nitreux; on trouve après l'évaporation une masse gommeuse qui, étant desséchée & brûlée, se comporte absolument comme le sucre de lait pur.

Le *sucre de lait acescent*, c'est-à-dire, celui qu'on retire du petit lait acide, est du sucre de lait mêlé d'acide galactique. Il est jaunâtre, en petits crystaux; sa saveur est d'une agréable acidité, son odeur grasse & acidule.

Il se dissout dans l'eau plus facilement que le sucre de lait doux.

Il fait effervescence avec les méphites terreux & alkalins, & perd ainsi son acidité.

Il altère en rouge le syrop de violettes & l'infusion de tournesol; il détruit la nuance bleue du verd de Brunswick.

Il colore en jaune l'esprit-de-vin rectifié; & celui-ci, en s'en allant, lui emporte tout son acide; l'eau elle-même, distillée dessus plusieurs fois à siccité, au bain d'eau salée, peut l'en dépouiller entièrement.

Il précipite l'hépar de soufre avec forte odeur hépatique.

Il se comporte au feu comme le pur sucre de lait. »

M. Lichtenstein décrit encore plusieurs sortes de sucre de lait: 1°. *rendu impur par des parties grasses*, & c'est celui de première crystallisation, il a un coup-d'œil jaune, & se rancit avec le temps; mais à cela près, c'est du pur sucre de lait. 2°. *Mêlé de parties huileuses & de sel commun*, c'est celui qui crystallise le dernier; il est jaune, a un goût salé, donne une odeur d'acide muriatique quand on verse dessus de l'acide vitriolique, précipite en blanc les dissolutions nitreuses d'argent, de plomb & de mercure, & contracte à la longue de la rancidité. 3°. *Mêlé de parties grasses, de sel commun & de sel ammoniac*, il a de plus que le précédent la propriété d'être toujours gluant & humide, & de donner une odeur ammoniacale quand on le pulvérise avec l'alkali fixe. 4°. Enfin, *chargé* de toutes ces hétérogénéités, & encore *de matières extractives*, ou *de parties caséeuses*, celui-ci n'est pas sous forme solide, & n'a que la consistance du miel; il est sujet à rancir, & quand on le dissout dans l'eau, le fromage se sépare; c'est la dernière qualité, il est même âcre, malfaisant, & occasionne des vomissemens aux personnes du peuple qui en font usage; il se vend en forme de petits pains de sucre.

Tous ces sucres de lait impurs donnent aussi de l'*acide* quand ils ont été préparés avec du petit-lait acide.

Les dissolutions & évaporations répétées du sucre de lait à un feu fort, le décomposent en partie, à peine conserve-t-il le goût douceâtre, il en prend un terreux & ingrat; il ne se dissout que très-difficilement dans l'eau; il a l'apparence de la craie; & quand on le mêle avec l'alkali, il dépose plutôt une matière terreuse que du bon sucre de lait.

Pour purifier les sucres de lait impurs, on peut employer la craie, ou une marne calcaire, ou l'esprit-de-vin.

Il est aisé de juger présentement de ce qui apporte tant de différence dans les crystaux de sucre de lait, & que la meilleure manière de les préparer est, comme le dit l'illustre de Haller, celle où l'on clarifie le petit-lait avec des blancs d'œufs plutôt que par l'addition de quelque acide, & où l'on fait bouillir continuellement la partie séreuse dès qu'elle est séparée, pour l'épaissir avant qu'elle contracte quelque acidité; alors les crystaux ne sont véritablement ni acides, ni alkalins, c'est un sel essentiel aussi parfait que le sucre de canne, qui, comme lui, rend les huiles miscibles à l'eau, empêche la crême de se séparer du lait, & présente enfin les caractères savonneux.

Ce premier point déterminé, je passe à l'analyse de ce sel essentiel, qui a elle même donné lieu à plusieurs questions qui ont partagé les Chymistes, & sur lesquelles les expériences de M. Lichtenstein nous serviront encore à répandre quelque lumière.

§. II. *Analyse du sucre de lait.*

Le sucre de lait a été traité à la cornue par Geoffroy, il en a obtenu du flegme, un esprit acide de couleur citrine, & une huile épaisse. Il est resté dans la cornue une matière charbonneuse qui s'est humectée à l'air.

Vullyamoz en a retiré, par la calcination, de l'alkali fixe végétal, & du vrai nitre par l'addition de l'acide nitreux; en y versant de l'acide vitriolique, il en a dégagé de l'acide muriatique, comme nous avons vu que M. Lichtenstein l'avoit depuis observé dans les crystaux impurs, & dans l'eau-mère de ce sel: il est remarquable que l'ayant traité avec l'acide nitreux fumant, ce Chymiste ait pu penser qu'il n'y avoit pas dissolution, quoique l'effervescence fût sensible, & que le mélange eût pris une couleur verte.

MM. Baumé & Rouelle ont pareillement retiré du flegme, de l'acide & de l'huile de la distillation du sucre de lait; mais ils se sont trouvés contraires sur plusieurs points. M. Baumé croit que c'est le sel commun qui existe dans le petit-lait, & qui se mêle aux crystaux de sucre dans les dernières évaporations, & M. Rouelle l'a reconnu pour du muriate de potasse, ou sel de Silvius; il l'a décomposé par l'acide nitreux, & en a obtenu du nitre.

Une livre de sucre de lait, brûlée dans une poêle de fer, a donné à M. Rouelle 24 à 30 grains de cendre encore assez noire dont la lessive a verdi le sirop de violettes. Il faut remarquer que ce Chymiste a obtenu d'une livre de sucre candi les mêmes produits en nature & en quantité. Pour dé-

terminer les doses, il a pareillement fait dessécher & brûler 25 pintes de lait de vache, & en ayant lessivé la cendre, & évaporé cette lessive à siccité, il a trouvé 9 gros 48 grains de matière saline, dont il n'y avoit tout au plus que 2 gros d'alkali fixe végétal, dont le surplus étoit du muriate de potasse.

Non-seulement M. Baumé a apperçu cet alkali végétal, mais il l'a vu en quantité bien plus sensible; il l'a trouvé dans l'eau-mère, ou dans la liqueur qui refuse de crystalliser; il l'a trouvé dans la cornue après la distillation du sucre de lait, & il en a conclu que cet alkali *s'obtenoit sans combustion*, que le sucre de lait avoit beaucoup de propriétés communes avec l'acidule tartareux ou crême de tartre, à l'exception qu'il n'étoit point acide: ce sont principalement ces circonstances & les conséquences que M. Baumé en a tirées qui ont été contestées par M. Rouelle; mais si l'on fait attention que M. Baumé a pu être trompé par l'alkali séparé du muriate de potasse par un acide plus puissant, & qui est ainsi *obtenu sans combustion*, on voit que la plus grande différence des résultats n'est que dans la quantité même de cet alkali. Quant à la comparaison du sucre de lait avec le tartre, il est évident que M. Baumé n'a pas cherché à établir une identité, mais seulement le rapport de quelques propriétés.

Pour réunir tout ce qui peut assurer & completter l'analyse du sucre de lait, je ferai connoître les expériences plus nouvelles de deux célèbres Chymistes, MM. *Schéele* & *Hermstadt*.

Le mémoire de M. Schéele a été publié dans le recueil de l'académie de Stockolm pour 1780; il y établit que le sucre de lait donne à la distillation les mêmes produits que tout autre sucre, il rapporte seulement comme une singularité remarquable, que l'huile empireumatique a une odeur qui approche de celle de l'acide benzonique, ou sel de benjoin.

Le célèbre académicien de Stockolm examine ensuite comment le sucre de lait se comporte avec l'acide nitreux, & il fait voir qu'on en retire par cette opération du véritable acide saccharin, tout de même que du sucre ordinaire. Je ne m'arrête pas à l'explication qu'il donne de la formation de cet acide, par la déphlogistication qu'opère l'acide nitreux, ce point de théorie se trouve discuté à l'article *acide saccharin*; mais je dois présenter toutes les circonstances de cette expérience de M. Schéele, puisque c'est de là qu'il a été conduit à la découverte de l'*acide sach-lactique*, & qu'il y a quelques faits dont M. Hermstadt n'est point d'accord.

« Sur 4 onces de sucre de lait purifié, & réduit » en poudre fine, on versa (dit M. Schéele) 12 » onces d'acide nitreux délayé, que l'on mit dans » une cornue de verre sur un bain de sable. Lorsque le mélange eut pris un certain degré de » chaleur, on remarqua une violente ébullition, » ou plutôt une effervescence, ce qui obligea de » retirer la cornue du sable, & de la porter sur » le bord avec le récipient; le mélange devint » toujours plus chaud, & l'effervescence plus forte, » avec des vapeurs d'un rouge brun, & continua » à bouillir de cette manière sur le bord, sans » feu, une demi-heure. Il se dégagea pour lors » une grande quantité de gas nitreux & d'acide » méphitique; c'est pourquoi en répétant cette expérience, on ne doit pas prendre une cornue » trop petite, ni lutter trop fort le récipient. Lorsque l'ébullition eut cessé, on replaça la cornue » dans le sable, & on distilla l'acide nitreux jusqu'à » ce que le mélange prit une couleur jaunâtre, » temps auquel on enleva bien vîte la cornue du » sable. Après un espace de deux fois 24 heures, » la dissolution ne parut avoir éprouvé aucun » changement sensible, ni disposée à donner des » crystaux; c'est pourquoi on y versa encore 8 » onces du même acide nitreux, & la cornue fut » remise comme auparavant dans le bain de sable. » Dès que le mélange fut chaud, la couleur jaune » disparut, & la matière entra en effervescence » comme la première fois, cependant avec moins » de violence. Lorsque le mouvement eût cessé, » on distilla de nouveau l'acide nitreux jusqu'à ce » que la dissolution qui, pendant ce temps-là, » avoit été troublée par une poudre blanche, eût » pris une couleur un peu jaunâtre; alors on retira la cornue du sable. Le tout étant refroidi, » on trouva dans la cornue une matière épaissie, » que l'on fit redissoudre dans 8 onces d'eau, & » le tout fut ensuite jetté sur le filtre; il resta sur » le filtre une poudre blanche qui, étant édulcorée & séchée, pesoit 7 drachmes & demie; la liqueur qui avoit passé par le filtre étoit absolument acide, elle fut évaporée en consistance » de syrop; alors on y mêla de nouveau 4 onces » d'acide nitreux, que l'on fit passer encore à la » distillation sur le bain de sable. Après le refroidissement on trouva de petits crystaux longs & » acides, avec un peu de poudre blanche très-fine: on sépara les crystaux, & sur le restant de » l'acide, on versa encore de l'acide nitreux qui » fut de même distillé, & il se forma plusieurs » crystaux semblables. Cette opération fut répétée » plusieurs fois, & à la fin tout fut changé en » crystaux pareils, qui pesoient environ 5 drachmes; » ce sel se comporta dans toutes les expériences » comme l'acide saccharin ». *Mémoires de Chym. édition franç. part. II, page 70.*

Il paroit que ce mémoire n'étoit point encore parvenu à M. Hermstadt lorsqu'il publia en 1782, dans la cinquième partie des *Nouvelles découvertes en Chymie* de M. Crell, l'examen de ce sel & de son acide.

M. *Hermstadt* a fait ses expériences sur le sucre de lait, tel qu'il se prépare en Suisse, en grande

quantité, avec le lait de vache que l'on fait cailler par la presure.

Ayant mis dans une cornue 2 onces ou 960 grains de ce sel essentiel pulvérisé, à peine commençoit-elle à s'échauffer, que le récipient fut rempli de vapeurs blanches. Ces vapeurs devinrent plus épaisses à mesure que le feu fut augmenté; elles paroissoient d'ailleurs faire peu d'efforts contre les luts, quoiqu'elles passassent dans le récipient comme par torrens & avec plus d'impétuosité que les acides fumans. La distillation ayant été poussée jusqu'à ce qu'il ne montât plus rien, il se trouva dans le ballon 360 grains de liqueur jaune empireumatique, à la surface de laquelle étoient seulement quelques gouttes d'huile d'un rouge obscur & très-empireumatique. La liqueur filtrée avoit une saveur acide, mais difficile à distinguer à cause de l'empirmene, & d'une odeur singulière. On essaya de la purifier en la combinant avec l'alkali, mais ce mélange filtré & évaporé ne laissa qu'un magma plus empireumatique que salin.

Il resta dans la cornue une matière charbonneuse d'un noir brillant, très-poreuse, qui pesoit 360 grains; il y avoit par conséquent perte de 240 grains, que l'auteur attribue à l'air dégagé pendant la décomposition totale du sucre de lait. Ce charbon calciné dans un creuset n'éprouva aucun changement, excepté qu'il perdit un neuvième de son poids. Il essaya sur ce charbon l'action des acides minéraux pour en séparer la terre; les dissolutions chargées autant qu'il étoit possible par la digestion & même par l'ébullition, furent étendues, filtrées & précipitées par la potasse; tous ces précipités ne formèrent qu'un poids d'environ 90 grains qui, redissous dans l'acide nitreux, donnèrent de la sélénite avec l'acide vitriolique: d'où l'auteur conclut que le sucre de lait tient réellement de la terre calcaire, mais qu'elle n'y existe qu'en petite quantité; que c'est l'acide qui en fait la portion la plus considérable, ensuite cette terre, & enfin la partie huileuse ou mucilagineuse.

Pour vérifier ces observations par la voie humide, le savant Chymiste d'Hambourg fit dissoudre du sucre de lait dans l'eau bouillante, & essaya d'en précipiter la terre, soit par l'acide vitriolique, soit par la potasse; mais il n'y eut aucun changement, même à l'aide de la chaleur. Il n'y eut pas plus de décomposition lorsqu'il ajouta de l'alkali dans le mélange où il avoit mis l'acide, ou de l'acide dans la dissolution mêlée avec l'alkali; les deux liqueurs reprirent leur saveur douce, & on y distinguoit à peine la présence du sel neutre qui s'y étoit formé; d'où il conclut que les principes de ce sel essentiel étoient intimement unis; que si M. Lichtenstein avoit eu un précipité terreux par l'alkali, il falloit que son sucre de lait eût été différemment préparé.

M. Hermstadt a également appliqué l'acide nitreux à la décomposition du sucre de lait, dans la vue d'en séparer la partie phlogistique, comme l'illustre Bergman l'avoit fait sur le sucre pour en tirer l'acide saccharin.

Au lieu d'acide nitreux fumant, M. Hermstadt préféra de l'eau forte double, simplement rectifiée sur le nitre, dont il avoit séparé les premières gouttes plus aqueuses. Ayant mis dans une cornue 4 onces (1920 grains) de sucre de lait pulvérisé, il versa dessus 26 onces de cet acide; le sucre de lait resta d'abord au fond sans se dissoudre; la cornue ayant été placée sur un feu doux, les vapeurs rouges commencèrent à s'élever; la distillation fut poussée jusqu'à ce qu'il ne montât plus que quelques gouttes d'eau. Il trouva dans la cornue une liqueur acide d'un brun foncé & fort épaisse, il l'étendit d'un peu d'eau, & la laissa refroidir; *il s'y déposa une quantité assez considérable de matière terreuse, la surface se couvrit d'une pellicule de même nature, qui se renouvella plusieurs fois après avoir été enlevée.* La liqueur restante, après la séparation de cette terre par le filtre, réunie à l'eau qui avoit servi à l'édulcorer, fut de nouveau traitée à la cornue avec 6 onces d'acide nitreux, & cette fois M. Hermstadt arrêta la distillation dès qu'il s'apperçut que les gouttes qui tomboient dans le récipient n'étoient plus que foiblement acides, afin que l'action de la chaleur ne noircit pas la liqueur de la cornue; elle se trouva par ce moyen assez claire: cette liqueur évaporée au point de crystalliser, donna, par le refroidissement, une masse informe; il fallut la redissoudre dans l'eau, la filtrer pour *en séparer encore beaucoup de parties terreuses;* après quoi, concentrée au degré convenable & mise au frais, elle donna de petits crystaux qui, purifiés par une seconde crystallisation, pesoient 210 grains. Ils montrèrent absolument tous les caractères du véritable acide saccharin.

Jusques-là cette analyse de M. Hermstadt ne fait que mettre dans un nouveau jour ce qui avoit de même été apperçu & annoncé par M. Schéele, & on peut regarder comme bien prouvé par leurs expériences & par celles rapportées dans le paragraphe précédent, que le sucre de lait bien préparé & purifié ne tient ni acide, ni alkali libre ni sel neutre minéral; que ses parties constituantes essentielles sont, 1°. *un vrai sucre* semblable au sucre de canne, c'est-à-dire, suivant les principes établis à l'article *acide saccharin*, le radical de cet acide uni à l'acide syrupeux qui existe tout formé; 2°. une autre *substance* qui a une apparence *terreuse*, & qui modifie les caractères extérieurs du sucre ordinaire.

Il s'agit présentement de déterminer la nature de cette *substance terreuse* qu'il a fallu séparer de la liqueur avant que d'obtenir les crystaux d'acide saccharin; & c'est sur ce point important que les deux Chymistes dont j'emprunte les observations, se trouvent contraires; M. Schéele le regardant comme un acide propre de son genre, & M.

Hermſtadt comme un ſaccharite calcaire avec excès d'acide.

Pour mettre plus de clarté dans la diſcuſſion de cette queſtion, ainſi que pour conſerver l'ordre des dates, je dois ſuſpendre ici l'analyſe du premier mémoire de M. Hermſtadt, pour faire connoître d'abord les expériences qui ont fait découvrir à M. Schéele ce nouvel acide, & qui lui ſervent à établir ſes caractères diſtinctifs. J'examinerai enſuite les preuves que M. Hermſtadt a données de ſon opinion particulière, ſoit dans le mémoire dont on vient de lire l'extrait, ſoit dans celui qu'il a publié depuis pour ſoutenir cette opinion contre les expériences de M. Schéele. En rapprochant ainſi ſes objections, je leur donnerai toute la force dont elles ſont ſuſceptibles, & j'éviterai des répétitions.

§. III. *Expériences par leſquelles M. Schéele établit l'exiſtence & les caractères diſtinctifs de l'acide ſachlactique.*

A la vue de la matière terreuſe pulvérulente qui étoit reſtée ſur le filtre lors de la diſſolution du réſidu du ſucre de lait traité avec l'acide nitreux, M. Schéele penſa d'abord comme M. Hermſtadt, que ce pouvoit être du ſaccharite calcaire, & que comme le lait tenoit toujours un peu de cette terre, il étoit poſſible qu'elle exiſtât auſſi dans le ſucre de lait, & formât par conſéquent une de ſes parties conſtituantes qui auroit produit ce ſel par ſon union avec l'acide saccharin. « Mais (dit ce célèbre Chymiſte) une ſeconde » expérience me fit voir que je m'étois trompé ; » car ayant verſé de l'acide ſaccharin dans une » diſſolution de ſucre de lait, je n'ai apperçu au- » cune précipitation ».

Je ne crains pas de dire que cette obſervation iſolée ne paroît pas mériter toute la confiance que lui donne M. Schéele, ſur-tout ſi on ſuppoſe avec lui que l'acide ſaccharin exiſte tout formé dans le ſucre de lait ; car il eſt évident que l'addition d'une nouvelle portion du même acide ne pouvant former une combinaiſon différente, ne s'uniſſant au ſel que pour y porter excès de ſon acide, ne feroit par-là que favoriſer ſa diſſolution, au lieu de décider ſa précipitation. Si l'on penſe avec nous que le ſucre de lait ne tient pas plus que le ſucre ordinaire l'acide ſaccharin tout formé, l'obſervation eſt un peu plus concluante, cependant pas encore déciſive, puiſqu'il ſeroit poſſible que l'union du calce avec les autres parties conſtituantes du ſucre de lait fût telle que l'acide ſaccharin lui-même ne pût la rompre : or, la poſſibilité d'une cauſe différente ſuffit pour faire ſuſpendre les conſéquences de l'effet.

Les preuves ultérieures, raſſemblées par M. Schéele, ſont d'un tout autre poids. 1°. Il a jetté cette ſubſtance terreuſe dans un creuſet rougi, elle y a brûlé comme de l'huile, & a laiſſé à peine après elle quelques traces de cendres ; ce n'eſt pas ainſi que ſe comporte le ſaccharite calcaire ; j'ai vérifié qu'il laiſſoit un réſidu de près de moitié de ſon poids.

2°. Cette ſubſtance ſe diſſout dans 60 parties d'eau bouillante ; un quart de la portion diſſoute ſe dépoſe en cryſtaux par le refroidiſſement, & il en reſte les $\frac{3}{4}$ dans l'eau froide, c'eſt-à-dire, une partie de cette terre dans 80 parties d'eau : or, il eſt certain que le ſaccharite calcaire eſt bien moins ſoluble ; M. Bergman a obſervé qu'il ne l'étoit pas davantage par l'intermède du ſucre.

3°. 240 grains de cette ſubſtance, purifiée par la cryſtalliſation d'une petite portion d'acide ſaccharin que les lavages y avoient laiſſée, fut rediſſoute par M. Schéele dans 14400 grains d'eau diſtillée bouillante ; la diſſolution filtrée manifeſta une ſaveur acide, rougit l'infuſion de tourneſol, & fit effervescence avec la craie : aucune de ces propriétés n'appartient au ſaccharite calcaire ; & s'il emporte accidentellement quelque peu d'acide ſurabondant, il s'en dépouille complettement au premier lavage.

4°. M. Schéele a diſtillé à la cornue 120 grains de cette ſubſtance ; elle ſe fondit très-promptement, elle devint noire, & s'éleva conſidérablement en écume ; il ſe ſublima au col de la cornue un ſel brun qui avoit une odeur pareille à celle d'un mélange de benjoin & de ſuccin ; il reſta 11 grains de charbon au fond de la cornue. Le récipient contenoit une liqueur brune ſans aucune apparence huileuſe ; elle avoit le même goût que le ſel ſublimé ; elle tenoit en effet de ce ſel, qui s'en ſépara par une évaporation lente. Le ſublimé peſoit 35 grains ; il avoit un goût acide ; il fut aiſément diſſous dans l'eſprit-de-vin, mais plus difficilement dans l'eau, & il brûla ſur le feu avec flamme.

5°. L'acide vitriolique concentré diſtillé ſur ce ſel, devint noir, ſe couvrit de beaucoup d'écumes, & le détruiſit entièrement.

6°. Ce ſel purifié, jetté peu-à-peu dans une diſſolution chaude de potaſſe, juſqu'à ce qu'il n'y eut plus d'effervescence, produiſit bientôt une quantité de petits cryſtaux. Ces cryſtaux étoient parfaitement neutres ; ils n'exigèrent que huit fois leur poids d'eau pour leur diſſolution ; quand l'eau fut refroidie, la plus grande partie des cryſtaux s'en ſépara de nouveau.

Cette ſubſtance ſe comporta de même avec la ſoude, mais on n'eut beſoin que de cinq parties d'eau pour diſſoudre une portion de ce ſel.

7°. Cette ſubſtance, ſaturée d'alkali volatil, donna un ſel ammoniacal qui, après une douce calcination, ſe trouva acide. A la diſtillation, il monta de l'alkali volatil qui précipita l'eau de chaux.

8°. La même ſubſtance forma avec les terres des ſels inſolubles ; ſa diſſolution aqueuſe décompoſa le muriate barotique, le nitre calcaire, &c. mais non le vitriol calcaire : ces diſſolutions furent à leur tour décompoſées par le ſel réſultant de l'union de cette ſubſtance avec l'alkali.

9°. Enfin

5°. Enfin elle se comporta avec les chaux métalliques, comme avec les terres; elle décomposa *de même* plusieurs dissolutions métalliques, mais non celles de fer, de cuivre, de zinc & de manganèse dans l'acide vitriolique, ni celles d'étain & de mercure dans l'acide muriatique.

Telles sont les propriétés par lesquelles M. Schéele a cru reconnoitre un nouvel acide, différent des autres acides connus, particulièrement de l'acide *saccharin*; & il faut convenir que cette conséquence est assez bien établie. Ce n'est pas de l'acide saccharin; il n'en a ni la saveur, ni la forme, ni la solubilité, ni la puissance; ce n'est point du saccharite calcaire; celui-ci est un sel neutre, sans saveur, absolument insoluble. Seroit-ce réellement un saccharite calcaire avec excès de son acide? mais il devroit alors se comporter comme ce sel qui seroit formé par l'addition d'une portion surabondante d'acide saccharin; il devroit, en vertu de cet excès, agir comme cet acide, quand il est libre, décomposer le vitriol calcaire, les vitriols de cuivre, de fer, de zinc, de manganèse & le muriate mercuriel; il devroit sur-tout laisser sa base terreuse, lorsqu'il est détruit & résous en ses élémens aériformes, soit par le feu, soit encore mieux par l'acide vitriolique; il devroit, avec les alkalis, produire deux sels différens & distincts par leur solubilité, puisque l'on sait que les alkalis ne peuvent enlever la chaux à cet acide; & nous venons de voir que rien de tout cela n'arrivoit. Dira-t-on que le saccharite calcaire agit dans ces circonstances comme dissolvant composé, qu'il forme des trisules, en prenant une autre base? Cette conjecture n'auroit aucune apparence de fondement, ou plutôt, elle seroit démentie par l'impossibilité de produire ces mêmes sels triples, en combinant directement les trois principes que l'on y suppose,

Suspendons néanmoins notre jugement jusqu'après l'examen des objections de M. Hermstadt.

§. IV. *Examen du système de M. Hermstadt.*

I. On a vu que M. Hermstadt avoit, comme M. Schéele, obtenu une substance terreuse du sucre de lait, indépendamment de l'acide sacharin en crystaux, en traitant ce sel avec de l'acide nitreux. 1920 grains de sucre de lait donnèrent à ce Chymiste 720 grains de cette substance édulcorée & séchée, quantité qui excède de plus d'un tiers la proportion du produit de M. Schéele, ce qui ne peut être attribué qu'à une décomposition plus entière de ce sel. Il avoit d'abord décrit cette substance, comme se présentant en floccons assez tendres, à-peu-près comme de très-petits crystaux de sélénite, ayant un goût acidule, que l'on ne pouvoit lui enlever par l'ébullition, & *insoluble dans l'eau*: il a ajouté dans son second mémoire, que cette matière étoit une terre blanche, légère, rude au toucher, un peu sablonneuse, comme le tartre calcaire; que, mise sur la langue, elle manifestoit un goût acidule, mais plus foible que celui de l'acidule tartareux ou crème de tartre; qu'il y avoit en même-temps un goût terreux, difficile à déterminer, approchant de celui du Gypse crud; qu'elle ne paroissoit pas se dissoudre dans la salive; en un mot, qu'elle avoit toute l'apparence du tartre calcaire, ou du saccharite calcaire.

L'insolubilité dans l'eau étoit un article important: M. Hermstadt est revenu sur ce sujet, comme nous allons le voir en suivant & rapprochant les expériences rapportées dans ses deux mémoires.

1°. 30 grains de cette *terre acide* (c'est ainsi que je l'appellerai avec lui, jusqu'à ce que nous ayons déterminé sa nature) furent mis en digestion sur le feu dans 480 grains d'eau distillée, & le mélange agité de temps en temps, il n'y en eut que fort peu de dissous; cependant, l'eau étoit acidule; elle avoit aussi le goût terreux, ce qui annonçoit qu'elle en avoit pris une certaine quantité, en effet, le résidu ne pesoit plus que 25 grains. Une autrefois, 960 grains d'eau en ont dissous 12 grains de 30, & les 18 restans avoient le même goût acide, les mêmes propriétés qu'auparavant. La dissolution, réduite au 6e par évaporation, puis mise au frais, a donné un léger dépôt qui étoit toujours acide. La liqueur, évaporée à siccité, a laissé un point salin brunâtre, qui avoit encore de l'acidité, comme l'acidule tartareux, non purifié, & qui a formé un précipité lorsqu'on y a versé de l'eau de chaux.

2°. Lors de son premier travail sur le sucre de lait, M. Hermstadt avoit fait brûler 240 grains de cette terre acide dans un creuset qu'il avoit tenu rouge, jusqu'à ce qu'il ne s'en élevât plus de vapeurs, & il avoit trouvé un résidu charbonneux du poids de 80 grains. Ayant fait dissoudre ce résidu dans l'acide nitreux, & filtré la dissolution, il en avoit obtenu, par l'addition de l'alkali, un précipité de terre calcaire blanche, du poids de 20 grains, & il étoit resté sur le filtre une poussière noire, qui lui avoit paru de l'acide brûlé.

Ayant mis un peu de terre acide dans une capsule de verre sur la flamme d'une chandelle, elle se boursoufla tout de suite considérablement; il s'en éleva des vapeurs suffocantes; elle coula ensuite tranquillement en une matière brune, qui avoit le goût du tartre non purifié: cette masse, jettée immédiatement sur les charbons, tandis qu'elle étoit encore fluide, s'alluma, brûla avec une flamme bleue & pétillement, & laissa à la fin un charbon léger insipide.

3°. Pour se rapprocher davantage de la manière d'opérer de M. Schéele, M. Hermstadt a distillé à la cornue, sans addition, 240 grains de cette terre acide; elle s'est fondue, & a produit des vapeurs subtiles qui ont rempli la cornue & le récipient. Ayant soutenu le feu jusqu'à ce qu'il ne s'élevât plus rien, & donné sur la fin une chaleur très-forte, il

laissa refroidir, & trouva au col de la cornue un sel brunâtre, qui avoit un goût acide & empyreumatique, peu soluble dans l'eau, se dissolvant plus facilement dans l'esprit-de-vin, ce qu'il attribua à la présence d'une matière huileuse. Il y avoit dans le récipient un peu de liqueur brune, qui avoit toutes les propriétés d'une dissolution aqueuse du sel précédent. Le résidu étoit un charbon très-leger, comme celui que laisse le sucre de lait à la distillation; il n'a point donné de traces d'alkali, mais l'acide nitreux qui a bouilli dessus a donné un précipité de terre calcaire par l'addition de l'alkali.

4°. M. Hermstadt avoit soupçonné, dès le commencement de son analyse, un acide surabondant dans cette substance; & pour l'en débarrasser, il avoit essayé d'en triturer 240 grains dans un mortier de verre, en y ajoutant de la dissolution de potasse pure, jusqu'à ce qu'il n'y eût plus d'effervescence, & que le mêlange eût une saveur alkaline. La liqueur étendue d'eau ayant bouilli quelques instans, donna par le refroidissement un dépôt terreux qui, édulcoré dans l'eau chaude & séché, pesoit 330 grains, c'est-à-dire, 90 grains de plus qu'auparavant.

Cette augmentation de poids annonçoit que cette substance avoit pris de l'alkali: ce résultat fut confirmé par une autre expérience, sur une portion du dépôt dont il vient d'être question. 120 grains mis dans un creuset bien rougi, noircirent promptement; il s'éleva des vapeurs qui avoient l'odeur de sucre de lait brûlé; il resta une masse saline cassante, dont la dissolution donna une liqueur alkaline, & peu de précipité terreux qui se comporta comme de la terre calcaire.

5°. Il versa de même de l'alkali volatil jusqu'à excès sur 30 grains de cette terre acide; il y eut effervescence assez marquée, mais fort peu de terre dissoute; il étendit le mêlange avec l'eau distillée, il le mit pendant une heure à la chaleur du bain de sable; & l'ayant porté au frais, il s'y forma une pellicule saline. La liqueur ayant encore l'odeur d'alkali libre, il la fit évaporer à siccité, & il trouva de petits crystaux confus, qui avoient la saveur d'un sel neutre. L'auteur remarque comme un phénomène difficile à expliquer, qu'il n'y eut aucune augmentation de poids de la matière saline ou terreuse; il ne trouva pas à ce sel la saveur acidule, observée par M. Schéele, ce qui lui parut devoir être attribué à la différence des procédés.

L'alkali volatil caustique, traité de même avec 30 autres grains de cette terre acide, il n'y eut point de dissolution sensible, point d'augmentation de poids après l'évaporation complette; la masse saline sèche étoit acide comme auparavant; elle ne contenoit point d'alkali, puisque l'addition de deux parties de potasse n'en dégagea point d'odeur ammoniacale.

6°. M. Hermstadt a vu, comme M. Schéele, que la dissolution de cette terre acide n'étoit pas troublée par l'affusion de l'acide saccharin.

7°. Il a imaginé de traiter encore cette terre avec l'acide vitriolique, dans la vue de faire passer la terre calcaire qu'il y soupçonnoit à l'état de sélénite ou de vitriol calcaire. Il fit bouillir 40 grains d'acide vitriolique concentré, étendu de 480 grains d'eau distillée sur 120 grains de cette substance; il laissa ensuite le mêlange en repos; il s'y forma un dépôt de vraie sélénite. La liqueur, mise à évaporer jusqu'à ce qu'elle fût réduite au tiers, déposa sur les parois du vaisseau une matière noire, épaisse, qui étoit, pour la plus grande partie, de l'acide saccharin décomposé; il s'en sépara encore par le refroidissement quelques floccons crystallins de sélénite qui, lavés & mis sur les charbons, ne donnèrent pas la moindre trace d'acide saccharin. Le reste de la liqueur étoit de l'acide vitriolique pur.

Suivant M. Hermstadt, il résulte de ces expériences, que la terre acide dont il s'agit, est un composé de terre calcaire, d'acide saccharin, par excès, & d'une matière grasse; que ce n'est pas un acide pur, qui seroit bien plus soluble, mais un sel essentiel acide de la nature du tartre ou du sel d'oseille, excepté qu'au lieu de l'alkali, c'est le calce qui sert d'intermède d'union à ces principes; qu'il ne diffère du sucre de lait, que parce que celui-ci contient une plus grande quantité d'acide dulcifié par la partie grasse; que quand on traite le sucre de lait avec l'acide nitreux, l'acide saccharin, uni à cette partie grasse, est mis à nud, & que le surplus reste combiné avec la terre calcaire; enfin, que l'acide vitriolique a la propriété non-seulement d'enlever la terre calcaire à l'acide saccharin, mais encore de le décomposer lui-même: nous allons examiner ces conséquences.

II. Pour combattre avec avantage le système de M. Schéele sur l'*acide sach-lactique*, & confirmer en même-temps les résultats de sa première analyse, M. Hermstadt devoit prouver tout-à-la-fois, 1°. que la substance, à laquelle M. Schéele avoit donné ce nom, tenoit une base; 2°. que son acide étoit l'acide saccharin, & en avoit toutes les propriétés: or, il est aisé de juger présentement qu'il n'a pas rempli cette tâche.

Le peu de solubilité de cette substance ne suffit pas pour lui ôter le caractère d'acide libre, s'il ne tient aucune base dont il puisse être séparé sans décomposition. Je me suis assuré par moi-même qu'une once d'eau bouillante en prenoit 6 grains; ce n'est pas tout-à-fait la proportion qu'annonce M. Schéele, mais c'est celle que M. Hermstadt a lui-même reconnue; les acides boracin & benzonique, quoiqu'un peu plus solubles, le sont pourtant beaucoup moins que la plupart des autres acides, & cela n'a pas empêché de les reconnoitre

pour acides libres, dès qu'on ne pouvoit en séparer aucune base.

Il n'est pas étonnant que l'eau de chaux, versée dans le résidu noir de cette substance, poussée au feu, ait formé un précipité; cette observation est plus favorable que contraire à la présence d'un acide libre, puisqu'il est évident que le feu avoit plutôt détruit l'acide que la base terreuse; & si, au lieu de trouver un sel réduit à l'état neutre, comme il arrive quand on traite de la même manière du saccharite calcaire avec excès de son acide, on trouve encore de l'acide à nud, c'est une preuve sans réplique que ce n'est pas ici simplement un sel avec excès d'acide.

Suivant le calcul de M. Hermstadt, lui-même, la quantité de terre calcaire seroit encore bien foible pour répondre à l'idée que présente un sel avec excès d'acide. En effet, 240 grains de cette substance calcinée, puis dissoute dans l'acide nitreux, ne lui ont donné que 20 grains de terre calcaire; & comme il ne dit pas que l'alkali, employé à la précipitation, fût dans l'état caustique, il faut réduire à 11 grains la quantité de chaux: or, comme on sait que 11 grains de chaux forment 23 grains de saccharite calcaire, il en résulteroit que, dans 240 grains de notre substance, il n'y auroit que 23 grains de saccharite calcaire & 217 grains d'acide saccharin par excès: on ne concevra pas facilement que tout cet acide surabondant pût être modifié par si peu de sel neutre, au point de ne plus agir comme l'acide saccharin seul sur les vitriols de fer, de zinc, &c., ni sur les muriates d'étain & de mercure.

M. Hermstadt paroît appuyer son système sur la comparaison des acidules oxalin & tartareux, qui sont en effet des sels avec excès d'acide; mais il n'a pas fait attention que cet argument ne seroit concluant qu'autant que la parité seroit exacte, à la différence près de la nature de la base. Il devoit donc essayer aussi de saturer de la même base l'acide surabondant, comme on le pratique pour l'oxalte de potasse, pour le tartre de potasse ou sel végétal, & amener de même cette substance à l'état d'un vrai saccharite calcaire neutre, ou, si cela ne lui a pas réussi, reconnoître dans le cas particulier une combinaison d'un tout autre genre; c'en seroit en effet un exemple tout nouveau, qu'un sel avec excès d'acide aussi marqué, & qui refuseroit de se saturer de la même base.

On est étonné que ce Chymiste ait négligé le moyen simple que lui offroit la synthèse pour vérifier son opinion, & qui lui auroit encore servi à établir la parité avec les acidules oxalin & tartareux qu'on régénère si facilement avec ces acides libres; j'ai cherché à y suppléer; j'ai dissous du saccharite calcaire dans une grande quantité d'acide saccharin; j'ai fait le même sel avec excès d'acide en laissant tomber quelques gouttes d'eau de chaux dans l'acide saccharin: ces liqueurs étoient bien sûrement dans la même condition que la dissolution de notre terre acide dans l'hypothèse de M. Hermstadt; car il n'est pas permis de supposer que les mêmes matières puissent se trouver en contact, sans exercer respectivement les mêmes affinités: cependant elles se sont comportées d'une manière absolument différente; elles ont laissé un résidu blanc quand je les ai exposées au feu sur une capsule de verre, au lieu que notre substance se fond & devient toute noire à une moindre chaleur; elles ont décomposé sur-le-champ le vitriol calcaire, ce que je n'ai jamais pu obtenir de la dissolution de cette terre acide.

Il y a donc ici un acide qui n'est pas l'acide saccharin: nous n'avons besoin que de cette conséquence pour adopter le système de M. Schéele, quand même il seroit en partie saturé par quelque base. Je ne m'arrêterai pas à l'objection que M. Hermstadt semble insinuer dans son second mémoire, que cette base sert d'intermède d'union d'une partie grasse qui contribue à masquer les vraies propriétés de l'acide; si cela étoit, l'acide nitreux devroit en opérer la séparation encore plus facilement que celle du sucre, & reproduire un acide identique par l'analyse, puisqu'il est généralement reconnu que les combinaisons à trois parties sont plus lâches que celles qui sont formées de deux principes. Le feu, détruisant cette partie grasse, devroit du moins laisser le même résidu que le saccharite calcaire, & nous avons vu que l'observation étoit contraire.

Pour ce qui est de la terre calcaire, j'avouerai que les expériences de M. Hermstadt sont plus concluantes, & il est possible que le sucre de lait en tienne, sinon essentiellement, du moins accidentellement: M. Schrickel en a trouvé dans le sucre raffiné. Le sucre de lait, sur lequel j'ai opéré, venoit de Suisse, comme celui qu'a employé le Chymiste d'Hambourg; mais on sait qu'il en vient de ce pays de différente qualité, & même sous des formes très-différentes; le mien étoit très-blanc & parfaitement crystallisé. L'ayant traité avec l'acide nitreux suivant le procédé de M. Schéele, la terre acide, qui est demeurée sur le filtre, a été édulcorée jusqu'à en emporter une partie assez considérable dans les eaux de lavage; le surplus a été exposé à l'action du feu dans une capsule de verre, jusqu'à ce qu'il ne restât qu'un résidu charbonneux: j'ai versé sur ce résidu de l'acide vitriolique pur, la liqueur étendue & filtrée a été essayée par l'acide saccharin ordinaire, & le mélange n'a pas été troublé, n'a formé aucun dépôt; ce qui seroit arrivé infailliblement si l'acide vitriolique se fût chargé de la moindre partie de terre calcaire.

Cette expérience ne prouvoit pas encore assez à mon gré, j'en ai cherché une plus décisive, & je crois l'avoir trouvée dans le procédé suivant.

J'ai pris de la terre acide dont il s'agit dans le plus grand degré de pureté, c'est-à-dire, dissoute

dans l'eau bouillante, cryſtalliſée par le refroidiſſement, puis rediſſoute; j'y ai laiſſé tomber quelques gouttes d'eau de chaux juſqu'au point de ſaturation; j'y ai enſuite ajouté du même acide, pour qu'il y en eût par excès; j'ai laiſſé ce mélange en repos pendant 24 heures pour m'aſſurer que le ſel qui s'y étoit formé étoit tenu en diſſolution; j'y ai verſé après cela de l'acide saccharin ordinaire, &, peu d'heures après, il y a eu un dépôt très-ſenſible qui obſcurciſſoit les parois du verre, comme fait ordinairement le saccharite calcaire produit par précipitation. Ce qui établit ſans replique deux points de faits qui tranchent toute difficulté: *l'un*, que ce n'étoit pas l'acide saccharin qui tenoit le calce en diſſolution, puiſque l'addition de ce même acide en auroit favoriſé la diſſolution au lieu de la faire ceſſer; jamais acide n'a décompoſé les ſels de ſon genre: *l'autre*, qu'il eſt impoſſible que la terre acide dont il s'agit retienne de la terre calcaire, puiſque cette terre acide ne peut être recueillie qu'au moment où elle baigne dans l'acide saccharin, & qu'il eſt démontré par cette expérience que ce dernier acide enlève la terre calcaire à la ſubſtance dont il s'agit, & forme avec elle un ſel inſoluble. Ainſi, ce ſeroit tout au plus du saccharite calcaire qui ſe trouveroit mêlé accidentellement avec cette ſubſtance, & dont elle ne pourroit pas même décider la diſſolution.

Concluons donc qu'il y a réellement un *acide ſachlactique* différent de l'acide saccharin. Nous devons d'autant moins héſiter, que M. Hermſtadt lui même reconnoît qu'il forme avec les baſes des combinaiſons ſalines qui ont d'autres propriétés que celles de l'acide saccharin; qu'il ne répugne à le claſſer ſéparément, que dans la crainte de voir multiplier les acides déjà nombreux; ce qui feroit penſer que ſon opinion tient moins à la conſéquence des faits qu'à un reſte d'attachement à l'ancienne doctrine, ſuivant laquelle il n'y avoit qu'un ſeul acide, dont tous les autres n'étoient que des modifications. Mais, quand on pourroit encore regarder l'*acide ſachlactique* comme l'acide saccharin modifié, dès qu'il a d'autres propriétés, qu'il produit des ſels nouveaux, aurions-nous pour cela moins d'intérêt d'étudier ces propriétés, de connoître ces nouveaux compoſés? Il faudroit donc toujours les diſtinguer avec ſoin des produits du même acide non modifié, comme nous diſtinguons le vitriol de potaſſe ordinaire du vitriol de potaſſe phlogiſtiqué, ou ſel ſulfureux de Stahl; il faudroit toujours les déſigner ſous des noms particuliers pour éviter la confuſion: à plus forte raiſon cette claſſification devient-elle néceſſaire, quand l'identité d'un principe primitif n'eſt nullement vérifiée, & que tous les faits concourent au contraire à établir des caractères diſtincts.

§. V. *De la nature & des affinités de l'acide ſach-lactique.*

L'examen de la queſtion élevée ſur l'exiſtence de cet acide, m'ayant engagé à parler déjà avec aſſez de détails de la plupart de ſes propriétés, il ne me reſte que peu de choſes à y ajouter pour en completter le ſyſtême; mais auparavant je dois dire deux mots de ſon origine.

Cet acide eſt néceſſairement formé comme tous les autres de l'air vital acidifiant & d'un radical ou baſe acidifiable: je préſume qu'après avoir vu tant de preuves de ce principe général, on n'en exigera ici d'autre que la production du gas acide méphitique, lorſqu'il eſt réſous par le feu en ſes élémens. Mais cet acide exiſte-t-il tout formé dans le ſucre de lait, de ſorte que la décompoſition de ce ſel eſſentiel par l'acide nitreux ne faſſe que de le mettre en liberté? Ou bien, le ſucre de lait n'en contient il que la baſe acidifiable, ainſi que celle de l'acide saccharin, tellement qu'il ne paſſe à l'état d'acide qu'en recevant auſſi de l'acide nitreux une portion d'air vital en échange du phlogiſtique, qu'il lui céde? C'eſt, je l'avoue, une queſtion qu'il me paroit bien difficile de décider par l'expérience, & ſur laquelle on ne peut guères raiſonner que par analogie. Si le ſucre de lait tenoit l'*acide ſachlactique* tout formé, on devroit en trouver au moins quelque portion, lorſqu'on le décompoſe nuement par le feu, tout de même que l'on recueille l'acide ſyrupeux empyreumatique, propre aux ſels eſſentiels ſucrés, & qui y eſt bien tout formé; il ſeroit aſſez volatil pour s'élever avec lui avant ſa deſtruction complette, & il ſe feroit bientôt reconnoitre par ſa forme concrète: c'eſt ce qui n'a pas été apperçu par ceux qui ont pris cette voie d'analyſe. D'autre part, M. Schéele a obſervé dans la diſtillation du ſucre de lait une odeur de benjoin que l'on ne trouve plus dans notre acide; ſes principes ont donc éprouvé quelque changement. Je dis *ſes principes*, car il ne peut être queſtion de ceux de l'acide saccharin qui ne manifeſtent point ſeuls cette odeur. Enfin, il eſt évident que les principes de notre acide qui exiſtent dans le ſucre de lait y ſont dans un état de combinaiſon intime avec les autres parties conſtituantes, & ſurtout avec l'huile ténue qui eſt le radical saccharin, ſans quoi il ſe ſépareroit ſpontanément lors de la diſſolution du ſucre de lait; & dès-lors il faut bien que l'acide nitreux agiſſe à ſa manière ordinaire, pour faire ceſſer cette combinaiſon en ſe décompoſant lui-même, & laiſſant de ſa ſubſtance en proportion de ce qu'il s'approprie.

Ainſi tout concourt à faire croire que le ſucre de lait ne contient auſſi que le *radical ſach-lactique*, & que cette matière différente du radical saccharin conſtitue en effet toute la différence du ſucre de lait & du ſucre ordinaire.

J'ai déja annoncé qu'il falloit, ſuivant mes expériences, près d'une once d'eau bouillante pour diſſoudre 6 grains de cet acide complet, & qu'elle en dépoſoit environ un quart ſous forme plus cryſtalline par refroidiſſement; cette liqueur rougit

encore très-sensiblement le papier bleu, sa pesanteur spécifique à 12 degrés est de 1,0015.

Il fait effervescence avec les méphites terreux & alkalins, & forme avec eux des sels neutres. (*Voy.* SACHLACTITE CALCAIRE, SACHLACTITE DE SOUDE, *&c.*) Si M. Hermstadt n'a pas observé une augmentation de poids lors de sa combinaison avec l'alkali volatil, cela vient sans doute de ce que pendant la dessiccation une partie du sel ammoniacal s'étoit volatilisée. Il est probable que s'il lui eût fait subir un degré de feu suffisant, il auroit eu à la fin, comme M. Schéele, de l'acide libre qui auroit laissé aller une portion de sa base. Ce seroit un phénomène bien plus difficile à expliquer, si, comme le dit ce Chymiste, l'alkali volatil caustique ne s'unissoit point à cet acide; mais je ne puis imaginer ce qui l'a induit en erreur à cet égard, j'ai constamment réussi à produire une combinaison neutre, en versant de la dissolution froide de cet acide sur de l'alkali volatil caustique.

Cet acide ne se dissolvant qu'en petite quantité, ne peut avoir, en état de liqueur, une action sur les métaux, il s'unit mieux avec leurs chaux, & forme avec elles des sels très-peu solubles.

M. Bergman donne, comme il suit, l'ordre de ses affinités:

Par la voie humide,

Le calce.
Le barote.
La magnésie.
La potasse.
La soude.
L'ammoniac.
L'alumine.
Les chaux métalliques.
L'eau.
L'esprit-de-vin.
Le phlogistique.

Et pour la voie sèche;

Le calce.
Le barote.
La magnésie.
La potasse.
La soude.
Les chaux métalliques.
L'ammoniac.
L'alumine.

M. Bergman remarque que l'ordre des terres entre elles est très-difficile à déterminer, à raison du peu de solubilité des sels qui résultent de ces combinaisons.

Suivant ce Chymiste, il cède la terre calcaire à *sept* acides, qui sont les acides saccharin, oxalin, vitrolique, tartareux, karabique, phosphorique & ourétique.

Cet acide décompose les nitres d'argent & de mercure, les nitre & muriate de plomb.

Il décompose par double affinité tous les sels métalliques lorsqu'il est en état de sel neutre alkalin.

Son action sur les huileux n'a pas été examinée.

ACIDE SÉBACÉ, *acide du suif.* C'est le même que M. Léonhardi appelle *fettsaure, acide de la graisse.* Il me paroît important de lui conserver le nom d'*acide sébacé* pour ne pas s'exposer à confondre l'*acidum pingue*, ou acide gras de Meyer, que M. Wenzel & d'autres Chymistes allemands nomment précisément *fettsaure.*

Il y a long-temps que l'impression vive de la fumée des graisses des animaux y a fait soupçonner un acide caché. *Olaus Borrichius* a donné, dans les actes de Copenhague, une observation frappante du danger des exhalaisons qui s'élèvent du suif fondu, & qui pénètrent les narines, les yeux & même les poumons (*collect. acad. part. étrang. tome VII, page 374*). Mais on n'en avoit guères d'autres preuves que ces effets, les produits de la distillation des huiles végétales, ou de quelques matières animales analogues, & la coagulation des huiles fluides par l'action des acides. Ce fut principalement sur ce dernier phénomène que *Cartheuser*, dans ses élémens de matière médicale, imprimés à Francfort en 1740, fonda son opinion de l'existence d'un acide dans les graisses.

M. Léonhardi fait honneur à M. *Grutzmacher*, d'avoir le premier démontré cet acide dans sa dissertation *de ossium medullâ*, imprimée à Leipsick en 1748. M. *Rhades* publia en 1753 à Gottingue, un opuscule sur quelques liqueurs animales, où il fit une mention particulière de cet acide. L'année suivante parut la dissertation de M. *Segner*, ayant pour titre: *De acido pinguedinis animalis*, & contenant plusieurs expériences bien faites sur ce sujet.

Cela n'a pas empêché M. d'*Aumont*, lors de la première édition de l'Encyclopédie, de soutenir contre *Cartheuser* que cet acide n'existoit pas, qu'on n'en obtenoit point par l'analyse des graisses. Son article fut corrigé dans les supplémens par l'illustre baron *de Haller*, qui assura positivement que la graisse humaine, le suif & la moëlle, donnoient au feu une liqueur volatile, empireumatique & acide, faisant effervescence avec les alkalis, rougissant le syrop de violettes, & donnant des crystaux avec l'alkali volatil.

Enfin, M. *Crell* a travaillé à perfectionner le procédé pour la séparation & la rectification de cet acide, & à déterminer les propriétés de ses combinaisons: c'est d'après les mémoires de ce

célèbre Chymiste dont j'ai procuré la traduction (*journ. phys. tome XVIII, page 110 & 383, & tome XIX, page 324*), quelques expériences répétées par M. *Maret* dans les cours publics de l'académie de Dijon, & ce qu'en a dit l'illustre *Bergman* dans son traité des attractions électives, que je rédigerai cet article.

§. I. *De la graisse ou matière sébacée.*

I. La graisse est une huile concrète non volatile, renfermée dans le tissu cellulaire des animaux; M. *Scopoli* croit que c'est là son unique réservoir. Elle est communément blanche, ou tirant légèrement au jaune; sa saveur est fade; elle a plus ou moins de consistance dans les différens animaux; celle des quadrupèdes est assez solide, celle des oiseaux est plus onctueuse; dans les cétacés & les poissons, elle est presque fluide, & se trouve placée dans des réservoirs particuliers, comme dans la cavité du crâne. On la retrouve, dit M. *de Fourcroy*, dans les reptiles, les insectes & les vers; mais chez ces animaux elle n'accompagne que les viscères du bas-ventre, sur lesquels elle est placée par pelotons; on ne l'y rencontre qu'en petite quantité sur les muscles & sous la peau. Le même auteur ajoute que la graisse des animaux carnassiers est plus fluide que celle des frugivores; qu'elle est plus abondante en hiver qu'en été; qu'elle est plus solide aux environs des reins & sous la peau, que dans le voisinage des viscères mobiles; enfin qu'à mesure que l'animal vieillit, sa graisse acquiert plus de couleur, une saveur plus forte, & même une consistance plus ferme. Nous laissons à examiner aux physiologistes comment elle se produit, quelle est son influence dans l'économie animale; si elle sert, comme on le croit, à entretenir la chaleur des régions où elle est placée; & si elle contribue réellement à nourrir les animaux sujets à de longues abstinences: nous devons nous renfermer dans la recherche de ses propriétés chymiques.

Pour obtenir la graisse bien pure, on la coupe en morceaux, on en sépare les membranes & petits vaisseaux qui s'y trouvent; on la lave dans une grande quantité d'eau pure, pour lui enlever toute la partie gélatineuse qu'elle peut contenir; on la pétrit dans les mains, en renouvellant l'eau jusqu'à ce qu'elle sorte insipide & sans couleur, après cela on la fait fondre à une chaleur modérée dans un vaisseau propre, avec un peu d'eau, & on la tient ainsi fondue jusqu'à ce que toute l'eau soit évaporée; on la met pour lors toute chaude dans un pot de fayance, où elle se fige en refroidissant.

L'eau que l'on ajoute sert à empêcher que la graisse ne se rôtisse, & lui forme une espèce de bain-marie qui tempère l'action du feu, & rend la chaleur plus égale; mais il faut avoir soin qu'il n'en reste point, ce qui ne manqueroit pas de hâter sa rancidité. On reconnoit qu'elle est toute évaporée à la cessation du bouillonnement qui dure tant qu'il en reste; on s'en assure encore en en laissant tomber quelques gouttes sur le feu, où elle doit brûler sans petillement si elle ne récèle plus d'humidité.

La graisse ainsi purifiée est blanche, elle n'a qu'une très-foible odeur qui lui est propre, sa saveur est aussi très-foible & même très-fade. Elle s'approche beaucoup des huiles grasses, telles que les huiles de ben, d'olive, &c. qui n'ont aucun caractère résineux ni gommeux, & qui ne sont pas siccatives; elle présente les mêmes phénomènes avec les acides minéraux; comme elles, elle forme des savons avec les alkalis & les terres caustiques; elle ne laisse aller aucun principe à la chaleur de l'eau bouillante, & ne prend feu que quand elle est échauffée à l'air libre, au point de s'élever en vapeurs; elle ne se mêle point à l'eau sans intermède; elle est insoluble dans l'esprit-de-vin, à moins qu'elle n'ait subi l'altération que l'on nomme rancidité, dont elle est plus susceptible que la plupart des autres substances huileuses.

II. *Neuman* a traité à la distillation les graisses d'oie, de porc, de mouton & de bœuf, dans une cornue de verre, à un feu gradué: 2 onces ou 960 grains de la *première* lui ont donné environ 60 grains de liqueur empireumatique, & 890 d'huile brune, ayant une odeur de raifort sauvage, & 10 grains de charbon brillant. Il retira les mêmes produits de la *seconde*, à la seule différence que la quantité de flegme fut de 10 grains de plus, & celle de l'huile 10 grains de moins. Il obtint de la *troisième* 90 grains de liqueur empireumatique, 854 d'huile & 16 de charbon brillant; 2 onces de *suif de bœuf* lui donnèrent par le même procédé 60 grains de liqueur empireumatique, 852 d'huile, ayant de même l'odeur de raifort, & 18 grains de résidu charbonneux luisant. *Chymia medica, &c. tome III.*

Cet auteur conclut de ses analyses, qu'il y a peu de différence dans les graisses, que celle du bœuf paroît seulement tenir un peu plus de matière terreuse; il avertit cependant que cela ne doit rien préjuger pour l'identité des effets médicinaux; il les regarde au surplus comme un mélange physique de parties huileuses, gélatineuses & aqueuses, avec un peu de terre & quelques parties salines interposées.

Je n'ai pas besoin de faire observer combien ces analyses sont éloignées de la précision que les Chymistes s'attachent à porter aujourd'hui dans ces opérations. Il ne fait point état de la perte qu'occasionne toujours la résolution d'une partie des produits en leurs élémens aériformes, ce qui prouve qu'il a plutôt estimé que mesuré rigoureusement les quantités.

D'autre part, il décide sans examen que le résidu charbonneux, ou, comme il l'appelle, *le ca-*

put mortuum, est une terre, tandis que nous savons présentement que ces charbons qui résistent si puissamment à l'incinération, sont pour la très-grande partie une véritable plombagine.

On est moins étonné qu'il ne fasse aucune mention de l'acide : l'illustre *Macquer* a avoué que quoique prévenu par les observations d'*Homberg* sur le produit acide de la distillation du sang, il avoit été sur le point de conclure que ce Chymiste s'étoit trompé, parce que la présence de l'huile empêche cet acide de se manifester par son action ordinaire sur le papier bleu, & que l'endroit qui en a été touché ne devient rouge que quand il commence à sécher. (*Elém. de Chym. &c. tome II, part. 3, chap. 2*). Il n'y a pas de doute que ce ne soit cette circonstance qui ait induit en erreur tant de Chymistes sur la vraie nature de l'un des produits de distillation des matières végétales & animales.

Hoffman croyoit que le principe salin des graisses & huiles animales étoit purement alkalin, à la différence des huiles végétales; & il en donnoit pour preuve que celles-ci occasionnoient une rouille verte dans les vaisseaux de cuivre, tandis que la graisse conservée long-temps dans les mêmes vaisseaux, leur communiquoit une belle couleur bleue, effet qui, suivant cet auteur, ne pouvoit être produit que par un principe alkalin (*Observ. chym. liv. 1, n. 14*); cet argument ne prouve rien, on sait que cette couleur ne dépend que d'une plus grande quantité de phlogistique qui reste unie à la chaux métallique, elle le conserve même dans plusieurs dissolutions bien caractérisées acides.

M. *Vogel* a mieux connu l'huile empireumatique que l'on tire de la graisse par le feu, & reconnoit au contraire qu'il n'y a qu'un principe salin acide; mais les expériences de MM. *Segner* & *Crell* que je vais rapporter, ne laisseront plus aucun doute à ce sujet.

1°. Le *suif de bœuf* ayant été distillé au feu de sable dans une cornue de verre, il passa beaucoup d'huile & un peu de flegme; ces produits avoient une odeur qui attaquoit le cerveau; ils n'éprouvèrent aucun changement avec les acides; ils formèrent des savons lorsqu'on les agita avec une dissolution de potasse. Le flegme rougeâtre avoit un goût acide; il fit effervescence avec l'alkali; cependant il ne changea pas en rouge le syrop de violettes; il lui communiqua plutôt une couleur qui tiroit sur le brun, ce qui venoit des parties huileuses qui lui étoient encore unies.

2°. La *moëlle de bœuf* donna les mêmes produits, excepté qu'il passa d'abord un suif blanc semblable au beurre de cire. Le flegme ne sentoit rien par lui-même; quand il étoit échauffé, il avoit une odeur piquante, & il la conservoit tant que la substance empireumatique qui lui étoit adhérente, en permettoit l'évaporation. L'alkali fixe y occasionna une effervescence foible, mais sensible, & qui dura assez long-temps.

3°. Le *suif* distillé avec les cendres non lessivées, ne fournit point d'alkali volatil. L'huile qui passa étoit presque noire, sans doute parce qu'il avoit fallu une chaleur plus considérable pour rompre la combinaison savonneuse. Le flegme ressembloit à l'esprit-de-tartre, il ne fit aucune effervescence avec l'alkali, & verdit le syrop de violettes.

4°. Avec la potasse, le *suif* donna de même une huile noirâtre, le flegme avoit le goût alkalin; il fit effervescence avec l'acide nitreux; l'alkali s'étoit élevé au col de la cornue à la saveur de l'huile.

5°. La *graisse de porc*, distillée seule donna une huile brune fluide & presque point de flegme, il resta dans la cornue quelques grains de matière noire. L'huile fluide pesoit à-peu-près autant que la graisse employée; elle avoit une foible odeur empireumatique; elle ne donnoit aucun signe d'alkali volatil. Le goût sembloit indiquer un acide, mais il passoit bientôt à l'amer. Le syrop de violettes prit avec cette huile une couleur obscure, tirant sur le verd.

6°. La *graisse humaine* ne donna rien au 450e degré du thermomètre de Farenheit (*202 de Réaumur*), très-peu de chose au 550e; ce ne fut que quand la chaleur eût été portée au 600e degré (*270 de Réaumur*), qu'il passa environ 100 gouttes de flegme sur 4 onces, & une grande quantité d'huile. Il resta dans la cornue 6 gros d'une huile épaisse très-noire. Le flegme parut donner au syrop de violettes une nuance rougeâtre ou violâtre, l'odeur étoit forte, & si insupportable, qu'on ne pût en déterminer la nature; la saveur étoit très-âcre, empireumatique, & tiroit à l'acide. L'huile restée dans la cornue étoit épaisse comme du miel, sentoit peu l'empireume, & avoit un goût douceâtre.

Le flegme fit effervescence avec la dissolution de potasse; il prit un goût salé par la saturation; il fournit, par l'évaporation, à l'air libre, une liqueur un peu épaisse qui avoit un coup-d'œil jaune. Quelques particules friables, irrégulières, même au microscope, se rassemblèrent à-peu-près comme des crystaux. Le tout ayant été desséché au feu, se réduisit de nouveau à l'air en une liqueur saline, âcre, amère, & non alkaline.

7°. Le *beurre salé* a donné à la distillation une huile un peu épaisse dans laquelle on remarquoit quelques parties semblables à du suif mou; l'odeur en étoit extrêmement piquante. Le flegme avoit un goût fort âcre, il devint transparent à une seconde distillation; il avoit encore une saveur très-forte, mais nullement acide: cependant il fit un peu d'effervescence avec l'alkali, & parut altérer légérement en rouge le syrop de violettes.

8°. Le *beurre non salé* a donné les mêmes produits, seulement l'odeur n'étoit pas aussi vive; le

mélange du flegme avec la liqueur alkaline, à une dose un peu considérable, donna des signes sensibles d'effervescence. L'eau surabondante en ayant été séparée par distillation, il resta dans la cornue une substance amère, salée, d'une odeur désagréable, qui ne fit point d'effervescence avec l'alkali; mais cette effervescence se manifestoit quand on y versoit quelques gouttes d'acide, & alors on sentoit une odeur pareille à celle du fromage de Hollande.

9°. La *moëlle de bœuf* donna au commencement de la distillation une eau insipide, ensuite beaucoup d'huile qui se figea de nouveau pour la plus grande partie, mais point de flegme. L'huile ayant été remise dans une cornue avec de l'eau, pour essayer d'en retirer l'acide, elle s'éleva en même temps que l'eau par soubresauts, & avec impétuosité; au surplus, cette eau ne donna aucun signe d'acidité. La graisse restée dans la cornue, distillée de nouveau, le flegme parut acide, cependant il ne se manifesta ni avec les alkalis, ni avec le syrop de violettes.

A ces expériences de M. *Segner*, j'ajouterai celles de M. *Crell* sur les parties constituantes de la graisse humaine, dont il a fait la matière d'un mémoire particulier & différent de celui dont j'ai parlé précédemment. (*Chemisches Journal*, *part. I*, *page* 102.)

Ce Chymiste mit dans une grande cornue de verre 28 onces de graisse humaine, fondue & filtrée, & distilla sur le bain de sable au fourneau de réverbère: le feu n'ayant d'abord été porté qu'à environ 155 degrés (de Réaumur), la graisse se fondit, & il passa un peu de flegme insipide. Alors la distillation s'arrêta, quoique le feu eût été augmenté de près de 45 degrés; mais le feu n'ayant pas été poussé au-delà de 220 degrés, la masse commença à se boursouffler extraordinairement, jusqu'à s'élever dans le col de la cornue, ce qui n'arrive pas avec la graisse de bœuf. Il passa en même temps, avec des vapeurs sensibles, une liqueur qui, s'étant rassemblée dans le récipient, parut de deux espèces: celle qui surnageoit, étoit une huile d'un rouge brun, dont la couleur devint de plus en plus foncée; au-dessous étoit du flegme d'un jaune d'or. Il se trouva encore au fond du récipient de l'huile figée qui ressembloit à de l'huile de cire. La distillation fut continuée & le feu augmenté, jusqu'à ce qu'il ne passât plus rien, ce qui dura 21 heures. A l'ouverture du récipient, on sentit une odeur très pénétrante, moins vive cependant que celle de la distillation du suif de bœuf; les liqueurs furent séparées par l'entonnoir, & on trouva 2 $\frac{1}{2}$ onces d'huile noire & une once 7 gros, de flegme jaune acide. Il resta dans la cornue un charbon friable, brillant, du poids d'une once 2 gros 2 scrupules.

L'huile figée, refondue à l'aide de la chaleur, & distillée de nouveau à un feu de 200 degrés, donna 9 onces d'huile moins colorée que la première, une once d'acide jaune, & encore de l'huile figée.

M. *Crell* continua de remettre jusqu'à deux fois dans la cornue cette portion d'huile: il eut à la première, au même degré de feu, 7 onces 6 gros d'huile d'un jaune rougeâtre, & 3 gros 30 grains d'acide. Il porta le feu la dernière fois au degré le plus violent, & il trouva dans le récipient une once 3 gros 40 grains d'huile brune, & seulement un gros d'acide. Les résidus charbonneux de même nature que les précedens, pesoient une once 7 gros.

Ainsi la décomposition entière de la graisse humaine par la distillation, a produit pour la quantité de . . . . 28 onces.

	onc.	gros.	gr.		onc.	gros.	gr.
Huile fluide,	20	5	40				
Flegme acide,	3	3	30	}	27	2	50
Charbon brillant, . . .	3	1	40				
Perte pendant l'opération						5	10
Comme auparavant, ...					28 onces.		

M. *Crell* regarde le déchet de poids comme une portion même de graisse, & calcule en conséquence ce qu'elle auroit fourni d'huile & de flegme acide dans les même proportions, si on eût aussi recueilli les produits de sa décomposition: je ne m'occuperai pas ici de ce calcul qui me paroit évidemment porter sur une fausse base: les Chymistes savent que dans toutes ces dististillations l'action du feu résout en ses elémens aériformes une portion de la matière, & que c'est là véritablement ce qui fait la perte la plus considérable, quand on n'opère pas sur-tout dans l'appareil pneumatique. Le résidu charbonneux demontre cette décomposition.

Pour enlever l'acide qui pouvoit rester adhérent à l'huile, M. *Crell* l'agita à plusieurs reprises dans l'eau, & en fit la séparation par l'entonnoir; ces eaux rassemblées furent saturées avec un gros 7 grains de potasse; & comme il avoit précedemment reconnu qu'il falloit 6 gros & demi de cet alkali pour saturer 30 grains de cet acide, il en conclut que ces eaux avoient encore fourni 14 $\frac{1}{2}$ gros d'acide.

L'huile brune, redistillée à un feu doux, donna une huile claire, volatile, qui avoit un goût de clou de girofle (1); le feu ayant été augmenté, elle devint jaune, & enfin rougeâtre. Il resta 3 onces 30 grains de charbon.

2 onces du résidu charbonneux furent réduits en *cendres*, ce qui exigea beaucoup de temps & de travail. Cette cendre pesa 5 gros 30 grains. L'eau distillée bouillante en retira seulement 4 grains de sel qui n'avoit point de saveur sensible, & qui laissa précipiter un peu de terre calcaire par

(1) Il y a dans l'original *Wurzhaft schmeckende*.

par l'addition de l'acide vitriolique. L'acide nitreux, digéré sur cette cendre rougeâtre, en prit la couleur, mais l'acide vitriolique n'en précipita que peu de félénite. La liqueur ayant été évaporée à ficcité, & le réfidu calciné, il devint rouge & pefoit 6 grains. M. *Crell* préfume que ce fel fixe au feu eft de même nature que celui qu'il a retiré de la cendre du fuif, c'eft-à-dire, de l'acide phofphorique.

Des 4 gros 45 grains de cendre qui reftoient, l'acide vitriolique en prit par la diftillation 40 grains de terre alumineufe, & le furplus mêlé avec partie égale d'alkali fixe, coula en verre parfait.

Telle eft l'analyfe que M. *Crell* nous a donné de la graiffe humaine : ce Chymifte a vérifié que fon acide eft abfolument le même que celui de la graiffe de bœuf, dont nous nous occuperons bientôt plus particulièrement, & qu'il donne les mêmes fels. » C'eft, (dit il), une chofe remarquable que cette » fubftance recèle trois efpèces de terre, & fur-tout » une terre vitrefcible en auffi grande quantité. On » ne doit pas pour cela la regarder comme une » partie conftituante du corps humain ; car on fait » que la vitrification des os dépend d'un fel phof- » phorique. Comment cette matière qui n'eft fo- » luble, ni dans l'acide de la graiffe, ni dans l'huile, » peut-elle être tenue en diffolution ? Je laiffe l'exa- » men de cette queftion aux phyfiologiftes ».

J'obferverai à ce fujet que fi le phofphate calcaire, ou tout autre fel phofphorique terreux, exifte réellement dans les graiffes, il n'eft pas befoin d'un nouveau principe pour rendre raifon de ce phénomène ; l'huile, dans fon état de combinaifon avec l'acide, forme un diffolvant compofé qui peut avoir action fur des bafes qu'aucune de ces parties compofantes n'attaque féparément.

Mais exifte-t-il quelque fel phofphorique dans les graiffes ? Je n'ai rien à oppofer au témoignage de M. *Crell* qui affure avoir vu la lumière phofphorique dans le col de la cornue, où il avoit mis de la cendre de fuif avec du noir de fumée, (*exper. XL.*) ; cependant je dois obferver que tous les Chymiftes s'accordent à regarder la graiffe comme une fubftance qui, quoique travaillée dans le corps des animaux, n'eft point réellement animalifée, mais qui doit fon origine à l'huile des alimens qui n'ont pu entrer dans la compofition du fuc nourricier, qui eft par conféquent *une huile furabondante à la nutrition, que la nature met en réferve pour des deftinations particulières.* Ce font les termes de l'illuftre *Macquer* qui appuie cette conclufion fur cette obfervation importante, confirmée par les expériences de M. *Crell*, que l'analyfe de la graiffe n'y découvre *pas un atôme d'alkali volatil.* La préfence de l'acide phofphorique dans la graiffe feroit donc un caractère d'animalifation, affez marqué pour détruire cette conféquence, & fous ce point de vue, ce fait devient trop important pour l'admettre, fans en avoir des preuves multipliées & non équivoques. On a bien remarqué que la graiffe diftillée au bain-marie, donnoit une eau vapide, d'une légère odeur animale, qui acquéroit bientôt une odeur putride, & qui dépofoit des filamens comme mucilagineux : *Ce phénomène*, (dit très-bien M. de Fourcroy,) *qui a lieu pour l'eau obtenue par la diftillation au bain-marie de toutes les fubftances animales, prouve que ce fluide entraine avec lui quelque principe muqueux qui eft la caufe de fon altération.* Mais, comme il eft certain que la graiffe n'eft qu'imprégnée de ce muqueux, qu'il n'entre pas effentiellement dans fa compofition, il ne pourroit fervir à prouver fon animalifation.

Ainfi, en nous renfermant dans les faits fuffifamment vérifiés, nous pouvons confidérer les matières fébacées comme des huiles particulières, qui doivent leur confiftance & leur fixité à un acide qui leur eft intimément uni, & qui, à mefure qu'on leur ôte ce principe, deviennent fluides & volatiles, prefque comme les huiles effentielles, puifqu'elles s'élèvent à-la fin au degré de chaleur de l'eau bouillante.

Cet acide y exifte tout formé avant les diftillations ; on ne peut en douter, puifque ces fubftances pouffées au feu en vaiffeaux clos, fourniffent leur air vital acidifiant en état de gas acide méphitique ; les Chymiftes, dont j'ai rapporté les expériences, ont négligé de recueillir les produits aériformes ; mais le célèbre *Hales* a retiré 18 pouces cubiques de fluide élaftique de la diftillation d'un pouce cubique de fuif, c'eft-à-dire, de la portion de cette fubftance qui fe décompofa, tandis que la plus grande partie paffoit entière dans le récipient. D'ailleurs, l'état du réfidu charbonneux de ces opérations, qui s'approche de la plombagine par la réfiftance même qu'il oppofe à l'incinération, annonce encore une quantité confidérable d'air vital acidifiant, fixé dans ce réfidu, & converti en acide méphitique. Enfin, nous verrons bientôt que la féparation de l'acide & de la portion huileufe peut fe faire par la voie humide & avant toute action du feu ; ce qui eft une preuve démonftrative que l'acide y eft tout formé.

Comment cet acide fe trouve-t-il uni à l'huile avant la décompofition de la graiffe par le feu ? C'eft encore une queftion que l'on eft en droit de faire : fi c'étoit une combinaifon fimple, directe de ces matières dans l'état où elles fe montrent après les diftillations, il devroit y avoir récompofition par le feul effet du contact, c'eft ce qui n'arrive pas : d'où il faut conclure que ce n'eft pas ici fimplement une féparation momentanée par le feu, à la faveur de la plus grande volatilité de l'une des parties ; & que, comme nous n'admettons plus des modifications fans matière, le changement qui fubfifte annonce néceffairement addition, fouftraction, ou du moins difproportion de quelque matière. Mais c'eft, ainfi que je l'ai dit ailleurs, la grande difficulté qui fe rencontre dans les analyfes, par le feu de

tous les corps, appartenans aux règnes organisés, & que nous ne parviendrons à résoudre que quand nous connoîtrons mieux le principe calorifique qui joue probablement dans ces circonstances un rôle important & à peine soupçonné.

III. La graisse étant, comme je l'ai dit, de la nature des huiles, on n'est pas étonné qu'elle soit sujette à la rancidité; l'altération qu'elle en reçoit, & qui la rend soluble dans l'esprit-de-vin, précisément comme si elle eût subi l'action du feu, confirme bien ce que je viens de dire, à la vérité sans nous donner plus de lumières sur la vraie cause de cette altération.

M. *de Machy* a observé que l'on pouvoit enlever toute la rancidité de la graisse en la traitant avec l'esprit-de-vin; c'est-à-dire, que l'esprit-de-vin dissout toute la portion dont l'acide s'est développé, & ne touche pas à celle qui n'a point été altérée. M. *Pœrner* a même pensé que l'eau pure produiroit le même effet, & M. *Macquer* propose de mêler avec l'eau un peu de terre calcaire ou d'alkali pour mieux absorber l'acide de la rancidité, & de laver ensuite avec beaucoup d'eau pure pour emporter tout le mixte salin ou savonneux qui auroit pu se former.

Ces observations ne permettent pas de douter que l'acide développé ne mette à l'état savonneux l'huile qui n'est plus dans la condition d'une graisse parfaite, car autrement elle ne pourroit être enlevée par l'eau seule, & changeroit à un certain point les propriétés de la graisse non altérée. Suivant M. *de Fourcroy*, ce n'est pas à la partie huileuse de la graisse qu'est dû ce changement, mais à la propriété fermentescible d'un mucilage animal particulier, dont la graisse retient toujours une certaine portion qui lui est intimément combinée: je ne suis point éloigné d'admettre ici une sorte de fermentation, c'est-à-dire, un mouvement plus ou moins sensible, déterminé par les affinités de l'air & de la chaleur, & qui produit de nouvelles combinaisons; en effet, il est très-probable que les huiles s'altèrent à l'air comme par les acides, & qu'il s'y fixe de même une nouvelle portion du principe acidifiant; j'en ai donné les preuves ailleurs d'après les expériences de M. *Hasse* (*Voyez* ACIDE NITREUX. §. VII.) & M. *Schéele* dit précisément que l'air est diminué par les huiles qui deviennent résineuses. Mais il s'en faut beaucoup que cette théorie se concilie avec tous les phénomènes: 1°. elle suppose dans la graisse une animalisation que nous avons vu démentie par d'autres faits. 2°. Lorsqu'on distille la graisse récente en vaisseaux clos, elle éprouve une altération tout-à-fait analogue; il se trouve de même de l'acide développé: il faut donc reconnoître que le principe acidifiant préexistoit dans la graisse, qu'il y étoit en quantité suffisante pour produire instantanément l'altération permanente que l'accession de l'air peut produire successivement; ou bien il faut dire avec le célèbre *Schéele*, que l'air vital peut venir ici de la décomposition de la matière de la chaleur. 3°. M. *Siefert* a indiqué comme un procédé sûr de rétablir les huiles rances, de leur restituer du gas de la fermentation; MM. *Rozier* & *Ætinger* ont confirmé cette observation; & même on assure avoir corrigé & amélioré la graisse, & rendu le sain-doux plus ferme, en mettant des pommes ou autres fruits dans la bassine où on les fondoit, (*note de M. Weigel sur les Elémens de Chymie de Dijon*). 4°. Les huiles végétales, susceptibles de se rancir en vieillissant, contiendront donc aussi un muqueux essentiel; car le même effet indique une même cause. C'est assez d'annoncer ici ces difficultés; je m'en occuperai plus particulièrement aux articles HUILE & RANCIDITÉ.

La graisse a donné à M. *Schéele* des crystaux d'acide saccharin, ce qui ne prouve pas qu'elle tienne du sucre, mais seulement une substance identique dans toutes les huiles, qui, lorsqu'elle est amenée au degré convenable de ténuité, par l'action de l'acide nitreux, fournit à l'air vital une base acidifiable d'un genre particulier. *V.* ACIDE SACCHARIN & ACIDE VÉGÉTAL.

La graisse dissout, comme les huiles, le souffre & le phosphore; elle a la même action sur les chaux métalliques; cette action est plus sensible sur celles de plomb & de fer; elle s'unit à l'arsenic en régule par l'ébullition; elle attaque le mercure à l'aide de la trituration, *Voyez* ONGUENT NAPOLITAIN; elle entre dans la composition des emplâtres, (*Voyez ce mot.*); elle rouille promptement le cuivre; & il est bon d'en être prévenu pour connoître le danger qu'il y auroit à laisser séjourner de la graisse dans des vaisseaux de cuivre: M. *de Fourcroy* pense même qu'elle peut agir sur le verre de plomb des couvertes de poterie.

Les extraits & les mucilages rendent la graisse soluble dans l'eau.

Elle s'unit aux huiles en toutes proportions & en augmente la consistance.

Après avoir fait connoître la nature de cette substance, son analyse & ses propriétés chymiques, nous allons nous occuper plus particulièrement de son acide, & d'abord de la manière de l'obtenir en quantité & de le rectifier.

§. II. *De la préparation & de la rectification de l'acide sébacé.*

M. *Crell* a fait un grand nombre d'expériences pour parvenir à séparer de toute huile l'acide obtenu par la distillation de la graisse, & pour l'obtenir en même temps dans un degré de concentration favorable à l'examen de ses propriétés; la plupart n'ont servi qu'à le convaincre de la difficulté de cette opération.

Il imagina d'abord de concentrer cet acide, en faisant passer le flegme seul à la distillation, cela ne

réussit pas ; la liqueur du récipient se trouva aussi acide que celle de la cornue.

Il prit le parti de saturer de potasse ou alkali végétal, le flegme acide recueilli de *neuf distillations* successives, & séparé de l'huile par l'entonnoir, de même que les eaux dans lesquelles il avoit lavé l'huile. Ayant fait évaporer la liqueur, il eut un sel brunâtre, qu'il fit fondre dans un creuset à un feu doux, jusqu'à ce qu'il ne s'élevât plus de fumée d'huile brûlée, ou qu'une portion tirée du creuset & jettée dans l'eau, pût se dissoudre sans la colorer, en laissant précipiter le charbon. Alors il fit redissoudre toute la masse, & obtint par l'évaporation un sel feuilleté.

Sur 10 onces de ce sel, il versa 4 onces d'acide vitriolique, & distilla a un feu très-doux ; l'*acide sébacé* passa sous la forme d'une vapeur grisâtre ; il le transvasa qu'il fumoit encore, & le trouva assez blanc & extrêmement âcre ; il pesoit une demi-once. Mais, pour le succès de cette opération, il faut que le sébate de potasse ait été tenu très-long-temps en fusion : M. *Crell* ayant une fois négligé cette précaution, eut un acide, à la vérité, fort concentré, mais encore beaucoup d'huile de couleur d'or. Cette huile séparée par l'entonnoir, avoit une saveur très-âcre ; il essaya d'en retirer l'acide, en employant, au lieu de l'eau, de l'esprit-de-vin très-rectifié, mais dans l'instant l'huile fut dissoute.

En distillant le suif dans un alembic de cuivre, M. *Crell* étoit bien parvenu, dès la première opération, à le décomposer au point qu'il ne se trouvoit plus d'huile figée dans le récipient ; ce qui rendoit le procédé bien plus simple ; mais il avoit fallu pousser le feu jusqu'à faire couler l'étamage du chapiteau ; l'alembic avoit lui-même considérablement souffert, & l'acide étoit chargé de cuivre.

Bien persuadé que l'*acide sébacé* étoit simplement dégagé & non produit dans ces distillations, M. *Crell* conçut l'espérance de le fixer tout de suite par une base alkaline, qui mettroit en même temps la partie huileuse à l'état de savon, de sorte qu'il n'auroit plus qu'à séparer le sel neutre des parties huileuses du savon ; l'expérience a pleinement justifié la théorie de ce procédé ; je vais laisser parler ce Chymiste lui-même pour en faire l'exposition.

» Rien ne me paroissoit plus facile que la séparation » du sel sébacé & de l'huile, parce que le savon se » décompose par tous les acides & même par les » sels neutres. Je me proposai donc de séparer le » suif dissous, en y ajoutant du sel, de séparer » encore l'huile figée d'avec le fluide par la filtra- » tion, de faire évaporer & de dégager enfin » l'*acide sébacé* par l'acide vitriolique.

» Mais je ne fus pas long-temps à m'appercevoir » que le savon commun (1) ne convenoit pas à mon » objet, soit parce qu'il est fait avec de la védasse » ou alkali impur & chargé de beaucoup de sels » étrangers, soit aussi parce qu'on emploie le sel » commun dans les fabriques pour séparer l'eau du » savon, & qu'il doit en retenir une portion con- » sidérable. Je me déterminai donc à composer moi- » même le savon dont je voulois me servir.

» Je couvris exactement 8 onces de chaux vive » récente, & encore en pierre, avec une livre de » potasse, & je laissai ces deux substances dans un » pot de terre vernissé jusqu'à ce que la chaux com- » mençât à s'éteindre ; j'y versai alors trois pintes » d'eau ; je fis reduire au quart par l'ébullition & » je filtrai. Cette lessive étoit aussi forte que ce qu'on » appelle lessive des savonniers, & portoit de même » un œuf frais. Je pris un quart de cette dissolution, » j'y ajoutai un peu d'eau, & je la fis bouillir avec » une livre de suif de bœuf, jusqu'à ce que l'humi- » dité fût presque entièrement évaporée, & que » le tout fût bien combiné. Je versai ensuite tout le » reste de la lessive, & je continuai de faire bouillir, » en remuant de temps en temps, jusqu'à ce que le » mélange devint transparent & comme mucilagi- » neux, & qu'il prit, en refroidissant, une consistance » gélatineuse ; il avoit alors toute l'apparence du » savon ordinaire, avant qu'on y ait ajouté le sel » commun. »

Il s'agissoit maintenant de décomposer ce savon, & de séparer ainsi l'huile du sel neutre qui s'étoit formé. M. *Crell* préféra pour cela l'alun comme la substance la moins chère, & parce qu'il n'y avoit pas à craindre qu'elle décomposât par la voie humide le sébate de potasse.

Il fit dissoudre dans l'eau bouillante le savon préparé avec la graisse, & y mit un peu d'alun légèrement concassé. A peine fut-il dans l'eau, que l'huile figée s'éleva très-rapidement à la surface ; il l'enleva avec une écumoire, il y ajouta de l'alun, il sépara la graisse, & continua ainsi jusqu'à ce qu'il ne s'élevât plus rien à la surface par une nouvelle addition d'alun. Alors il filtra la lessive qui étoit jaune, & qui avoit un goût amer, pour séparer entièrement l'alun précipité, ainsi que quelques parties de graisse figée, qui flottoient encore dessus, & il fit évaporer à siccité.

Le sébate de potasse ainsi formé, M. *Crell* essaya d'en dégager l'acide par le moyen de l'alun, pour être sûr qu'il passeroit sans être mêlé avec l'acide vitriolique ; mais il reconnut que le contact de la matière inflammable avoit favorisé la décomposition d'une partie de l'alun ; une odeur sensible d'acide vitriolique phlogistiqué, qui se fit sentir à l'ouverture des vaisseaux, lui annonça que le produit ne seroit pas moins chargé de cet acide étranger, & il revint à l'acide vitriolique, comme

(1) Ceci doit s'entendre d'un savon fait avec des graisses, & qui est sans doute en usage dans quelques contrées de l'Allemagne.

le moyen le plus simple, qui n'exigeoit pas autant de travail, ni un degré de feu aussi fort.

M. *Crell* a répété ces opérations plus en grand pour déterminer exactement les doses; &, après plusieurs tatonnemens, dont je supprime le détail, il a reconnu que sur *dix livres* de savon de graisse préparé, comme on l'a vu, en consistance de gelée épaisse, il falloit ajouter peu-à-peu *22 onces* d'alun, précédemment dissous dans l'eau; qu'après avoir filtré & évaporé la liqueur, on obtenoit à-peu-près *21 onces* de sel, dont partie étoit du vitriol de potasse, partie du sébate de potasse & un peu d'alun non décomposé.

On prend les trois quarts de ce résidu salin, on verse dessus $4\frac{1}{2}$ *onces* d'acide vitriolique concentré du commerce, qui s'échauffe & répand quelques vapeurs, on distille, on augmente le feu par degrés, & on obtient un peu plus de *5 onces* d'un acide jaune, fumant: c'est l'*acide sébacé*.

Cet acide est communément assez pur; il est bon cependant de s'assurer s'il ne contient pas un peu d'acide vitriolique. Pour cela, on en verse dans la dissolution d'acète de plomb; si le précipité qu'il y occasionne, n'est pas entièrement soluble dans le vinaigre, c'est une preuve qu'il s'est formé du vitriol de plomb, & que l'*acide sébacé* recéloit une portion d'acide vitriolique. M. *Crell* avoit d'abord essayé la solubilité du précipité à la manière de M. *Retzius*, par l'acide nitreux; mais j'ai déjà averti plusieurs fois que cette épreuve n'étoit pas fidèle: M. *Crell* s'en est assuré en mêlant à dessein quelques gouttes d'acide vitriolique, qui n'ont pas empêché que le précipité ne fût absolument dissous, lorsqu'il eut ajouté une suffisante quantité d'acide nitreux; ce qui n'arrive pas avec le vinaigre.

Le plus sûr est de redistiller l'*acide sébacé* sur une portion du même sel; c'est pour cela que M. *Crell* recommande d'en réserver un quart, parce qu'il y laisse, non-seulement tous les sels étrangers qui pourroient s'être élevés avec lui, mais encore sa couleur rousse. Le produit de cette rectification est un acide clair comme de l'eau, cependant encore fumant & d'une odeur très-pénétrante.

Cet acide est démontré depuis plusieurs années dans les cours publics de l'académie de Dijon par M. *Maret*; & les procédés indiqués par M. *Crell*, ont constamment réussi, (*Voyez Nouvelles de la République des Lettres de M. de la Blancherie*, *ann.* 1782, *n°.* 17.) Au lieu de faire passer le suif à l'état de savon par l'alkali, on le décompose le plus souvent par la chaux vive de la manière suivante.

On fait fondre le suif dans un poëlon de fer; on y jette de la chaux vive pulvérisée, & on remue continuellement dans les commencemens; sur la fin, on donne un feu assez fort, en observant d'élever les vaisseaux pour n'être pas exposé aux vapeurs. Lorsque le tout est refroidi, on s'apperçoit que le suif n'a plus la même solidité, on le fait bouillir en grande eau; on filtre cette lessive; & on en obtient par l'évaporation un sel brun très-âcre, qui est du sébate calcaire. Ce sel se dissout très-bien dans l'eau; mais il seroit trop long & même difficile de le purifier complettement par des crystallisations répétées; on y parvient plus aisément en l'exposant à une chaleur capable de rôtir l'huile qui le noircit, après cela une seule dissolution le purifie suffisamment; il laisse son huile sur le filtre en état de charbon, & il n'y a plus qu'à évaporer.

Comme il vaut mieux mettre plus de chaux qu'il n'est nécessaire pour la saturation, afin de multiplier les points de contact, & de rendre la décomposition du suif plus complette, la dissolution tient ordinairement un peu de chaux-vive; on l'en débarrasse aisément en y ajoutant de l'eau chargée d'acide méphitique qui ne décompose pas le sébate calcaire.

Ce sel, traité à la distillation avec l'acide vitriolique, donne son acide de la même manière que le sébate de potasse.

§. III. *De la nature des propriétés & des affinités de l'acide sébacé.*

I. Cet acide existe tout formé dans le suif, & même en assez grande quantité, puisque 2 livres de suif en ont fourni à M. Crell 7 onces 2 scrupules. Nous venons de voir qu'il lui étoit enlevé directement par les alkalis & les terres, même par la voie humide, ou du moins à une chaleur trop foible, pour qu'on puisse le regarder comme le produit du feu; cette observation est si concluante, qu'elle me dispense d'en rapporter d'autres preuves. Il se résout en gas par le feu; il est donc composé comme tous les acides d'air vital, principe acidifiant, & d'une base acidifiable. Il paroit que cet air se convertit en acide méphitique par l'abondance du phlogistique, lors même que l'on traite le suif avec l'acide nitreux. M. Priestley assure que dans cette opération on obtient très-peu d'air, parce que l'eau remonte dans le matras après chaque jet d'air, & que cet air précipite l'eau de chaux. (*Exp. &c. tom. II pag.* 166.)

Cet acide est de son genre, & ne peut être confondu avec aucun autre des acides connus: M. Crell n'a pas dissimulé qu'il présentoit beaucoup de rapports avec l'acide muriatique, & sur-tout en ce qu'il formoit avec la potasse un sel capable de se fondre au feu sans se décomposer, qu'il agissoit puissamment sur l'or lorsqu'il étoit mêlé avec l'acide nitreux, qu'il précipitoit la dissolution nitreuse d'argent, qu'il formoit un sublimé avec le mercure, que la dissolution de ce sublimé n'étoit plus troublée par le sel commun, & que l'eau pure en séparoit l'antimoine. Je me suis déja expliqué bien des fois sur les conséquences à tirer de pareils faits; l'obstination avec laquelle quelques foi-

favans Chymistes rejettent les nouveaux acides, m'oblige d'appliquer encore ici la même méthode logique. Si dans ces opérations il se formoit un sel qui fût un vrai muriate, qui en eût toutes les propriétés, qui donnât du véritable acide muriatique par sa décomposition, on ne devroit pas hésiter de dire que le suif tient de l'acide muriatique, ou du moins son radical, & que s'il se montre différent dans quelques circonstances, c'est qu'alors il est dans un état de composition que l'on peut faire cesser en lui rendant sa simplicité primitive. Mais s'il n'y a aucun de ces sels qui soit un muriate parfait, si ce n'est qu'une apparence de phénomènes semblables, sans que les produits soient identiques; si l'acide dont il s'agit manifeste quelques propriétés différentes, soit avant, soit après qu'il est entré dans ces combinaisons; s'il s'en éloigne par une seule propriété bien avérée & bien constante, il faut dire que ce n'est pas le même corps, mais au contraire, une substance propre de son genre. Ce n'est pas là une affaire de système, mais de raisonnement.

L'*acide sébacé* a-t-il réellement des propriétés distinctes de celles de l'acide muriatique? Ce n'est pas ici le lieu de rapporter toutes les preuves qu'en fournit l'excellent mémoire de M. *Crell*, je me borne aux suivantes, qui paroîtront encore assez nombreuses & assez décisives: l'*acide sébacé* donne avec la soude des crystaux en aiguilles, avec le calce un sel crystallisable, avec le fer un sel non déliquescent; il attaque le mercure coulant, il le précipite de sa dissolution muriatique corrosive; il décompose le sel commun, & retient sa base à la distillation; enfin, le sébate calcaire ne décompose pas l'alun. Ce sont autant de phénomènes opposés à ceux que produit l'acide muriatique dans les mêmes circonstances, & qui écartent absolument tout soupçon d'identité.

L'analogie de cet acide avec les acides huileux empireumatiques de quelques végétaux, est établie sur des faits plus concluans; M. Crell a retiré par la distillation celui du beurre de cacao, il l'a rectifié, il a essayé ses combinaisons, & il a reconnu qu'il précipitoit la dissolution d'argent, qu'il formoit avec le calce un sel crystallisable, non déliquescent, avec l'alkali volatil un vrai sébate ammoniacal concret, très-différent de celui que donne le vinaigre, &c. d'où il a conclu que c'étoit l'*acide sébacé*. (*Chemisches journal, part. II, page 157*).

Ce Chymiste examine à cette occasion quelle peut être l'origine de cet acide: comme il l'a trouvé dans le blanc de baleine, cette observation lui paroît d'abord favorable à l'opinion qu'il a pour radical l'acide muriatique, mais il la rejette bientôt sur le fondement qu'il seroit difficile de concevoir comment le sel commun se décomposeroit dans le corps de ce poisson. Il retrouve la même difficulté lorsqu'il veut chercher le principe de l'acide que fournit la graisse de bœuf dans le muriate de potasse qui se rencontre dans les plantes dont il se nourrit. Si l'on suppose (dit-il) que le principe de cet acide est porté dans le corps animal par les végétaux, il n'y a plus moyen d'expliquer pourquoi il se trouve dans le cerveau de la baleine, qui ne vit que de poissons marins. Ce qui le détermine enfin à penser que l'*acide sébacé* tire sa manière première des corps organisés de l'un & de l'autre règne.

Je ferai voir ailleurs que la décomposition du sel commun dans les corps organisés n'est nullement impossible; mais il ne s'agit pas ici de possibilité, & puisque nous avons abandonné ce préjugé de l'ancienne école, que tous les acides tirent leur origine de l'un des acides minéraux, il suffit que l'*acide sébacé* ne soit pas l'acide muriatique, qu'il n'ait pu jusqu'à présent être ramené à l'état identique de ce prétendu principe primitif, pour le déclarer acide propre de son genre, & l'on arrive ainsi à la même conclusion que M. Crell, mais par une route plus directe.

On ne peut disconvenir que la formation de l'acide dans le cachalot semble annoncer que si la graisse n'est pas une substance complettement animalisée, puisqu'elle ne donne point d'alkali volatil à l'analyse, on ne peut pas dire cependant qu'elle soit purement & exclusivement une production du règne végétal.

II. Cet acide altère fortement en rouge les couleurs bleues végétales.

Il prend par l'action du feu une couleur jaune, & laisse un résidu qui annonce une décomposition partielle. M. Crell le regarde en conséquence comme tenant le milieu entre les acides minéraux qui résistent à la distillation, & les acides végétaux qui s'y détruisent.

Il attaque avec effervescence les méphites terreux & alkalins, & forme avec leurs bases de nouveaux sels que je nommerai sébates, suivant les principes de nomenclature méthodique (*voyez* SÉBATE DE POTASSE, SÉBATE CALCAIRE, *&c.*) Le célèbre Léonhardi désapprouve avec raison les dénominations de *sel de segner*, *de tartre animal*, &c. que leur a donnés M. Crell. Il remarque très-bien que la dernière devient fausse dès qu'on retire aussi cet acide de l'huile du cacao; il adopte pleinement la méthode de l'illustre Bergman, de donner aux sels neutres des noms qui indiquent en même-temps les deux parties constituantes; mais *fettsauer gemachtes gevachs laugensals* qu'il propose, est plutôt une phrase qu'un nom; j'ai déja observé qu'il pouvoit devenir équivoque, il me semble que je remplis d'une manière plus simple l'objet du savant professeur d'Upsal. *Voyez* DÉNOMINATION.

Les sébates terreux & alkalins ont, suivant M. Bergman, beaucoup d'analogie avec les sels résultans de l'union de l'acide acéteux avec les mêmes

bases ; il est certain néanmoins que les sébates de potasse & de soude crystallisent en prismes ou en aiguilles, & qu'ils sont beaucoup plus fixes au feu & à l'air.

Je ne serois pas éloigné de penser que cet acide a quelque action, sinon sur le quartz pur, du moins sur le verre ; M. Crell l'ayant fait digérer plusieurs fois sur l'or, a toujours obtenu un précipité de terre blanche qui n'étoit point de la terre calcaire ; il présume que cette terre a été emportée par l'acide à la distillation, & doit être de la nature de celle du spat fluor : en adoptant sa conjecture, ce ne peut être en effet qu'une portion de la matière du verre des vaisseaux, puisqu'il est présentement vérifié que telle est en effet l'origine de la terre qui se dépose sur l'eau du récipient lors de la distillation du spat fluor, & qu'il n'est plus permis de confondre avec la base propre du spat fluor qui est calcaire. Cette conjecture me paroît sur-tout probable depuis que j'ai observé que l'acide sirupeux empireumatique, qui est d'une nature fort analogue, attaquoit & creusoit très-sensiblement le verre. *Voyez* ACIDE SIRUPEUX.

L'*acide sébacé*, bouilli sur des feuilles *d'or* & sur la *platine*, paroît opérer un commencement de dissolution, mais si foible, qu'après bien des expériences, M. Crell desire encore un examen ultérieur. Il est certain qu'il dissout l'or, même à froid, lorsqu'il est mêlé à l'acide nitreux, ce qui fait dire à M. Crell qu'il doit occuper un des premiers rangs dans l'ordre de puissance. Il s'unit, quoique difficilement, à la chaux d'or, & forme un sel crystallisable, de même qu'avec les précipités de platine. Il précipite ces deux métaux de leurs dissolutions. *Voyez* SÉBATES D'OR, DE PLATINE, *&c.*

Il s'unit au *mercure* & à l'*argent*, même en état de métal ; il cède le dernier à l'acide muriatique, mais non le premier ; il les reprend l'un & l'autre à l'acide nitreux, & même l'argent à l'acide vitriolique.

Il reprend le *plomb* à l'acide nitreux & au vinaigre, l'*étain* à l'acide régalin.

Il ne décompose pas les dissolutions vitrioliques & nitreuses de *cuivre*, non plus que celles de *fer*.

Il est remarquable qu'il n'attaque ni le *bismuth*, ni le *cobalt*, ni le *nickel*, même à l'aide d'une longue digestion ; cependant il décompose le nitre de bismuth.

Il occasionne un précipité dans la dissolution régaline d'*antimoine*, amenée au point de n'être plus décomposée par l'eau pure.

Il ne trouble pas les dissolutions vitrioliques & nitreuses de *zinc*.

Il ne produit aucun changement dans la dissolution nitreuse d'*arsenic*, non plus que dans celle de *manganèse*.

Il réduit l'*arsenic* blanc à la distillation.

M. Bergman a placé dans la colonne des affinités de cet acide les terres avant les alkalis, & cependant il annonce dans sa dissertation (*nomb.* 21) qu'il doute encore que les alkalis le cèdent aux terres, & même qu'il conjectureroit volontiers que c'est le contraire qui doit arriver. Je ne sais sur quel fondement cet illustre professeur a formé cette conjecture, mais je l'ai vue confirmée par rapport à l'alkali végétal caustique qui décompose bien sûrement le sébate calcaire ; je m'écarterai donc ici de sa table, & je présenterai les affinités de notre acide dans l'ordre suivant, *pour la voie humide*, en avertissant seulement que la place du barote n'est pas encore bien déterminée.

Le barote.
La potasse.
La soude.
Le calce.
La magnésie.
L'ammoniac.
L'alumine.
Les chaux métalliques.
L'eau.
L'esprit-de-vin.
Le phlogistique.

Par la voie sèche, les substances métalliques marchent avant l'ammoniac & l'alumine.

Il attire si foiblement l'*alumine*, que si on verse de la dissolution d'alun dans la dissolution de sébate calcaire, il n'y a pas de précipité ; ce qui devroit arriver, comme le remarque M. Crell, pour peu que l'*acide sébacé* eût d'affinité avec l'alumine, à la faveur de l'affinité conspirante que l'acide vitriolique exerce si puissamment sur la terre calcaire ; cependant le mélange n'a pas été troublé, même après l'ébullition.

L'*acide sébacé*, distillé sur les vitriols alkalins, en dégage un peu d'acide vitriolique sulphureux, ce qui fait voir clairement que cette décomposition s'opère par le moyen du phlogistique que recèle toujours l'*acide sébacé* le plus pur.

On ne sera pas étonné qu'il précipite l'acidule tartareux lorsqu'on le verse dans une dissolution de tartre de potasse, qu'il décompose à la distillation l'acète de potasse, & même aussi le nitre, quoique l'acide nitreux lui enlève l'alkali par la voie humide, parce que, par la voie sèche, l'acide nitreux s'affoiblit en se phlogistiquant ; mais, M. Crell assure encore qu'il dégage à la distillation l'acide du sel commun (*exp.* 122), & il avoit dit précédemment que l'acide muriatique décomposoit le sébate de potasse (*exp.* 114) : il y a nécessairement erreur dans l'une ou dans l'autre de ces observations, car le procédé étant le même, c'est-à-dire, par la voie sèche ou de distillation, on ne pourroit pas même supposer une affinité réciproque, quand on seroit encore disposé à se

contenter de cette explication. Au reste, il ne me paroît pas difficile de déterminer sur le rapport même de ce Chymiste, lequel de ces deux faits qui s'excluent doit être réputé vrai; il n'a jugé la décomposition du sel commun par l'*acide sébacé* que par les vapeurs grises, & la quantité d'étain que la liqueur du récipient fut capable de dissoudre étant mêlée avec le double de son poids d'acide nitreux; il n'est pas besoin de faire remarquer combien ces signes sont équivoques, étant d'ailleurs reconnu que l'acide nitreux mêlé à l'*acide sébacé* attaque l'étain de même que l'eau régale; de sorte qu'il ne pouvoit y avoir de différence que pour la quantité: au contraire, dans la distillation de l'acide muriatique avec le sébate de potasse, l'auteur a reconnu la nature de l'acide passé dans le récipient, *en ce qu'il précipitoit en blanc le muriate mercuriel corrosif*; c'est un phénomène non équivoque, qui est le caractéristique de l'*acide sébacé*, qui exclut absolument l'acide muriatique, puisque ce dernier n'eut fait qu'étendre la dissolution au lieu de la troubler: aussi je vois que l'illustre Bergman, qui avoit sous les yeux l'ouvrage de M. Crell, n'a pas hésité de mettre l'acide muriatique avant l'*acide sébacé* dans les colonnes des affinités des alkalins, soit par la voie humide, soit par la voie sèche.

L'action de l'*acide sébacé* sur les huiles n'a pas été examinée, & mérite de l'être, vu sa fixité & son énergie.

On trouvera à l'article *éther sébacé* les procédés, par lesquels le célèbre Chymiste, à qui nous devons tant de recherches, & si importantes sur les propriétés de cet acide, est parvenu à faire réussir sa combinaison avec l'esprit-de-vin.

ACIDE SIDÉRITIQUE. Lorsque j'ai rédigé l'article *acide métallique*, j'y ai compris, d'après l'illustre Bergman, l'acide du *sidérotète* alors reconnu comme un nouveau demi-métal qui existoit abondamment dans les fers cassans à froid; on sait présentement que ce n'est qu'une pyrite phosphorique martiale, que sa chaux est un vrai phosphate martial; il n'est pas moins important de faire connoître les phénomènes qui en ont imposé aux plus habiles Chymistes, les expériences par lesquelles ils sont parvenus à découvrir la nature de cette substance qui se présentoit sous des apparences aussi trompeuses, & les conséquences que l'on doit tirer de ces faits pour l'histoire de l'acide phosphorique, la science de l'analyse & l'art d'apprécier les mines de fer.

Le demi-métal que l'on a cru exister dans le fer en état d'alliage, que pour cette raison j'ai proposé d'appeller *sidérotète* (*journ. phys. tome XIX, page 382*), a été nommé depuis par M. Bergman *siderum*, par M. Kirwan *sidérites*, par les Allemands *hydrosideron*, *wasser eisen*.

Deux grands Chymistes en même-temps, & sans se communiquer leurs travaux, ont découvert cette substance, l'ont jugée métallique, & d'un genre différent des autres métaux connus.

M. *Meyer* a publié le premier (*Berlin naturs. freund, tome II*), qu'il l'avoit trouvé dans du fer cassant à froid, provenant de la fonte des mines de marais, *sumpferz*, & c'est de-là sans doute qu'on l'a appellé *hydrosideron*. M. Meyer en ayant fondu un loth avec partie égale de mon flux d'essai (*voyez* FLUX), obtint, sous une scorie verd olive opaque, un petit bouton métallique attirable à l'aimant. Il fit bouillir cette scorie dans l'acide vitriolique, & précipita de la dissolution une terre blanche, soit par l'eau pure, soit en y ajoutant du fer, à un feu modéré, cette terre conserva sa couleur blanche, à un feu plus fort, elle devint d'un brun obscur: après une forte calcination, elle ne se laissa pas dissoudre aussi facilement qu'auparavant dans l'acide vitriolique, mais elle en étoit toujours précipitée en blanc par l'eau; après avoir été plusieurs fois édulcorée, elle rougissoit encore l'infusion de tournesol. Enfin, ayant été traitée à la réduction avec $\frac{1}{2}$ partie de borax dans un creuset brasqué, elle donna un bouton métallique qui ne se laissa pas attirer par l'aimant en masse, mais seulement après avoir été pulvérisé, qui avoit une couleur grise d'acier plus sombre que le cobalt, dont la pesanteur spécifique n'étoit que 6,710, moins fusible que l'argent, & même que le cuivre; ne s'alliant qu'au fer, au cobalt, au cuivre, au nickel & à la manganèse; rendant le fer très-fragile par la plus petite proportion; ne formant point d'amalgame avec le mercure; ne s'unissant point au soufre; alkalisant le nitre sans détonnation; donnant un verre verd, sans addition de phlogistique; se dissolvant lentement dans la plupart des acides promptement dans l'acide vitriolique; donnant avec ce dernier des crystaux indéterminés, avec l'acide muriatique des crystaux en feuilles; précipitant de leurs dissolutions l'or, l'argent & le cuivre en état de métal, le plomb en chaux blanche; se laissant lui-même précipiter de tous les acides par l'eau, de l'acide nitreux par le cuivre, le fer & le zinc, en état de chaux brune; de l'acide vitriolique par le fer en une terre soluble dans tous les acides; donnant un bleu tendre par l'addition du prussite de potasse ou alkali phlogistiqué, du noir avec l'acide de la noix de galle, un précipité blanc par les alkalis.

Tandis que M. Meyer travailloit à Stetin à reconnoître les propriétés de cette substance singulière, l'illustre *Bergman*, sans avoir aucune connoissance de ses observations, suivoit à Upsal les vues d'expériences que lui avoit fournies son analyse du fer, & sur-tout la chaux blanche dont il avoit fait mention (*de l'analyse du fer, &c. exper. 264, 268*). Il présenta en effet, le 22 juin 1781, à l'académie d'Upsal, son mémoire *de causâ fragilitatis ferri frigidi*, & m'en écrivit le 12 octobre

de la même année en ces termes : « La fragilité » du fer froid est due à l'alliage d'un autre métal.... » qui se dissout dans les acides, qui se laisse précipiter avec beaucoup d'eau en une poudre blanche. Cette poudre se réduit en un régule qui » s'unit au fer avec une extrême facilité, & le » rend fragile à froid; il est précipité en noir par » la teinture des galles en bleu par l'alkali phlogistiqué ; j'ai peur que nous ne trouvions encore » ici un nouveau métal ».

L'illustre professeur d'Upsal a fait grand nombre d'autres expériences sur le sidérotète, qui se trouvent, soit dans la dissertation dont je viens de parler, soit dans des mémoires particuliers sur les acides métalliques, sur les attractions électives & sur l'alliage du fer & de l'étain. Il a trouvé sa pesanteur spécifique de 6,700, il lui donne à-peu-près les mêmes caractères que M. Meyer, il le croit cependant aussi fusible que le cuivre ; il lui assigne une couleur plus blanche à l'extérieur & moins de dureté que le cobalt.

On voit qu'il l'a tiré du fer cassant à froid d'*Husaby*, dont la mine en grains & morceaux irréguliers, de couleur de terre d'ombre, se tire des lacs d'*Aesnen* & de *Sahl*, & qui est si chargée de matière extractive, que sa dissolution dans l'acide vitriolique est d'un roux obscur, même après avoir été filtrée par un double papier. Cette mine noircie par la calcination, devient un peu sensible à l'aimant, & perd près d'un quart de son poids.

M. Bergman dit aussi qu'il se trouve, quoique plus rarement dans les mines dures & pierreuses, des veines de montagne, comme à *Sjusljerneberg*, paroisse de Graenge en Dalécarlie.

Il conclut de ses essais, qu'un quintal de fer crud d'Husaby peut tenir de dix à seize livres de sidérotète, que s'il y en avoit un tiers, il seroit cassant comme du verre.

La propriété de sa chaux de rougir l'infusion de tournesol, & sur-tout de se dissoudre dans 1500 parties d'eau bouillante, le conduisirent naturellement à lui donner place parmi les acides métalliques.

Les observations de ces deux grands Chymistes arrivés séparément à la même conclusion, étoient bien capables de décider les savans ; aussi ce nouveau demi-métal fut-il admis par M. Hielm qui le retira lui-même d'un fer de Russie, par MM. Rinman, Kirwan, Léonhardi, &c. &c. Le dernier qui n'avoit connu que le mémoire de M. Meyer, desiroit seulement que l'on fit de nouvelles expériences, pour vérifier si ce ne seroit pas un mélange de manganèse & de fer.

Cependant M. *Klaproth* ayant fait reflexion que le fer se précipitoit spontanément en blanc de l'acide phosphorique, commença à soupçonner la présence de cet acide dans le nouveau demi-métal ; il ne crut pas devoir s'attacher à en chercher la preuve par l'analyse, parce que le fer paroît avoir une plus grande affinité avec cet acide que toutes les substances que l'on peut employer, parce que cette combinaison résiste à l'acide vitriolique, & même que dans l'opération du phosphore, il ne se forme que de la partie qui est, pour ainsi dire, sursaturée de phlogistique ; il dirigea ses expériences par la synthèse.

Ayant fait dissoudre 4 onces de vitriol de fer (préparé avec l'acide pur), il y ajouta une once d'acide phosphorique retiré du phosphore par combustion lente ; le mélange se troubla, & il s'y forma un précipité léger d'un bleu clair. Après l'avoir séparé par le filtre, il versa dans la liqueur un peu de dissolution de potasse qui y occasionna un nouveau précipité d'un blanc jaunâtre ; il fit redissoudre ce précipité, ainsi que le premier tirant au bleu, dans l'acide vitriolique délayé ; la dissolution filtrée étoit d'un jaune brun, il s'en précipita une terre blanche, soit par l'eau pure ajoutée en quantité, soit par le moyen d'un peu d'alkali.

Cette terre a donné au creuset un culot métallique, elle s'est dissoute dans les acides, en a été précipitée par l'eau ; en un mot, elle s'est comportée dans tous les essais absolument comme la chaux du demi-métal de MM. Meyer & Bergman, & le mémoire qui en contient le détail est terminé par cette addition importante : « Ayant voulu » communiquer cet écrit à mon ami M. Meyer, » il me dit sur-le-champ qu'en travaillant à un » nouvel examen plus approfondi du sidérotète, » il s'étoit convaincu qu'il tenoit de l'acide phosphorique, & qu'ainsi il devoit être rayé de la » classe des métaux ».

Ces expériences de M. Klaproth ont été répétées au dernier cours de l'académie de Dijon ; on a fait fondre dans un creuset brasqué le phosphate martial, qui se précipite spontanément dans ses dissolutions, avec deux parties de mon flux réductif ; on a obtenu un culot métallique sur lequel l'aimant n'avoit presque point d'action, qui s'est brisé facilement, qui ne s'est dissous que très-difficilement dans l'acide vitriolique, qui a donné un précipité blanc lorsqu'on a étendu la dissolution, & par l'addition de l'alkali.

Ceux qui se sont fait un système de décrier ces hommes célèbres dont ils ne peuvent suivre la marche trop rapide, ne manqueront pas de dire à cette occasion : voilà donc à quoi se réduit cette pompeuse découverte d'un neuvième demi-métal ; Les gens raisonnables diront : voilà de vrais progrès ! En effet, si MM. Meyer & Bergman n'eussent pas porté dans l'analyse du fer cette sagacité qui leur a acquis une si haute réputation, ils n'y auroient trouvé que ce que l'ancienne école y admettoit ; mais ils sont parvenus à en séparer une terre blanche qui n'étoit pas même soupçonnée, ce fut le premier pas vers la découverte ; cette

cette terre leur donna un régule qui avoit des propriétés distinctes des autres substances métalliques; ils le regardèrent comme un métal particulier, & ne pouvoient en porter un autre jugement. En remaniant cette matière, ils ont reconnu que c'étoit de l'acide phosphorique qui masquoit & altéroit la terre ferrugineuse : ce dernier travail achève la découverte, en complette les preuves, en étend déja les conséquences & les applications aux objets les plus importans.

1°. On ne savoit pas ce que devenoit l'acide phosphorique après la destruction de tant d'animaux; voilà une preuve qu'il peut se retrouver dans le règne minéral.

On avoit bien reconnu que ce qu'on appelloit *bleu de Prusse natif* différoit sensiblement du bleu de Prusse artificiel, mais sa nature restoit inconnue; M. Klaproth ne pouvoit manquer d'être frappé de sa ressemblance avec le fer précipité par l'acide phosphorique.

J'ai décrit dans les mémoires de l'académie de Dijon (*premier sémestre de 1783, page 80*) une mine de fer micacée artificielle, produite par un mélange accidentel d'acide phosphorique & de terre ferrugineuse : il y a donc lieu de croire que cet acide existe dans *l'eisenman* naturel ; on a présentement à la main les moyens de s'en assurer.

2°. Jusqu'à présent on avoit tenu pour principe qu'un métal ne pouvoit s'unir qu'à une substance métallique, également en état de régule parfait ; c'est là précisément ce qui a trompé M. Bergman, on se tiendra désormais en garde contre ce principe, puisqu'il est bien démontré que le fer en état de pyrite phosphorique peut s'unir au fer & même à d'autres métaux, suivant les expériences de M. Meyer.

3°. La cause de la fragilité des fers à froid étant bien connue, on ne sera plus réduit à des tâtonnemens aveugles pour en chercher le remède; on pourra du moins juger d'avance la qualité du fer par une analyse plus exacte de la mine.

Pour hâter l'application utile de ces nouvelles connoissances, il est nécessaire de donner quelques détails sur le procédé de cette analyse délicate, qui sans cela pourroit bien ne pas réussir, même entre des mains exercées. J'emprunterai cette instruction du mémoire de l'illustre Bergman, qui a exposé très-clairement toutes les circonstances de l'opération.

Procédé de M. Bergman pour retirer du fer cassant à froid & de ses mines, la terre blanche qui a été prise pour la chaux acide du SIDÉROTÈTE.

Lorsqu'on veut séparer cette substance du fer, il faut avoir plusieurs bouteilles de pareille grandeur, dont la capacité soit d'environ 12 à 13 pouces cubiques.

On met dans une de ces bouteilles A, 7 onces 6 gros de fer crud que l'on veut essayer, & que l'on a d'abord pulvérisé; on verse dessus 6 pouces cubiques d'eau distillée ou d'eau de pluie, & un demi-pouce cubique (ou à-peu-près 5 gros) d'acide vitriolique concentré. La dissolution se fait d'abord avec effervescence : lorsqu'il n'y a plus aucun mouvement sensible, ce qui exige environ quatre heures, on filtre la liqueur dans une bouteille B, & on lave le fer qui reste jusqu'à ce que les eaux de lavage, que l'on passe aussi par le filtre, réunies à la première liqueur filtrée, remplissent entièrement la bouteille B.

Si le fer crud employé contient une portion de la nouvelle substance, la dissolution qui étoit d'abord limpide dans la bouteille B se trouble, devient blanche & dépose au bout de quelques heures un peu de poudre blanche. Dans le même intervalle, une autre matière en forme de poussière jaunâtre commence à teindre l'eau dans la partie supérieure.

On remet dans la bouteille A, ce qui reste de fer non dissous, on y ajoute, comme la première fois, de l'eau & de l'acide dans les mêmes proportions, on laisse faire la dissolution, & on la filtre dans une troisième bouteille C, que l'on achève de remplir avec les eaux de lavage.

On continue cette opération dans des bouteilles pareilles, que l'on marque successivement D, E, F, &c. jusqu'à ce que la dissolution ainsi étendue ne laisse plus rien précipiter.

M. Bergman a observé, en traitant ainsi le fer crud d'Husaby, que la cinquième dissolution ne donnoit au bout de 24 heures, dans la bouteille F, qu'un nuage à peine sensible, & que la sixième n'avoit absolument rien déposé en quinze jours, quoiqu'il restât encore beaucoup de fer dans la bouteille A. D'où il a conclu que le fer étoit épuisé de la matière blanche, & que celle-ci se dissolvoit plus facilement, puisque l'on ne pouvoit douter qu'elle ne fût auparavant distribuée également dans toute la masse.

On peut soumettre la mine elle-même à cette épreuve; mais comme cette espèce est toujours chargée de matière extractive, ce qui annonce assez son origine, il faut avoir la précaution de l'en débarrasser, en la faisant d'abord calciner légérement dans un creuset, & le précipité est plus blanc & moins impur. Dans ce cas on est quelquefois obligé d'aider la dissolution par la chaleur de la digestion. Si le précipité étoit jaune, au point de rendre l'essai équivoque, on le décideroit en faisant évaporer dessus de l'acide nitreux à siccité, jusqu'à ce que la terre du fer fût rendue insoluble; alors l'acide vitriolique reprendroit, même à froid, la terre blanche, qu'il laisseroit de nouveau précipiter par l'addition de l'eau.

J'ai précédemment indiqué les propriétés qui doivent faire reconnoitre cette substance; j'ajou-

terai seulement qu'elle reste blanche à la calcination; qu'au feu du chalumeau elle se fond aisément sur le charbon en un globule de couleur cendrée claire; qu'elle donne au borax une couleur obscure; qu'elle se dissout sans effervescence dans les acides, & y forme assez souvent une gelée; qu'elle est attaquée par tous les alkalis, & leur communique une couleur brune.

ACIDE SIRUPEUX. Je donne ce nom à l'acide que l'on retire du sucre par la distillation, qui existe dans tous les végétaux qui récèlent un suc sucré ou *sirop naturel*, dont j'emprunte cette dénomination, pour distinguer cet acide de l'acide saccharin de M. Bergman, dont l'origine, les propriétés & les produits sont essentiellement différens. *Voyez* ACIDE VÉGÉTAL.

En parlant de l'acide saccharin qui a été dans l'origine, & qui est encore aujourd'hui communément préparé avec le sucre, quoique l'on puisse le composer avec bien d'autres substances, j'ai été obligé de donner l'analyse complette du sucre (*voyez* ACIDE SACCHARIN, §. II), & par conséquent d'annoncer l'acide, qui est une de ses parties constituantes; j'aurai attention de ne pas répéter ce que j'en ai dit à cette occasion, il suffira de rappeller ici quelques faits principaux, & d'insister sur ceux qui n'ont pas été assez développés.

Lemery faisoit un *esprit de sucre* en traitant à la distillation le sucre candi avec le sel ammoniac: M. Baron remarque très-bien que le sel ammoniac est parfaitement inutile dans cette opération, puisqu'il se sublime sans se décomposer. *Boerhaave* assure précisément que le sucre distillé en vaisseaux fermés donne un *esprit acide* pénétrant (*process. 38*). *Neuman*, *Macquer*, *Cartheuser* & *Buquet* en ont fait aussi mention; mais personne n'a travaillé cette matière avec plus de soin que M. *Schrickel*, dont j'ai déja fait connoitre en partie les expériences.

§. I. *De la préparation & rectification de cet acide.*

On met dans une cornue de verre la quantité que l'on veut de sucre fin pulvérisé, & on distille au bain de sable, en augmentant le feu par degrés. La cornue doit être assez grande pour qu'il reste au moins $\frac{2}{3}$ de vuide, parce que cette matière se boursouffle considérablement, & passeroit sans cela jusques dans le récipient, ou du moins rempliroit le col de la cornue, au point d'arrêter la distillation & de faire éclater les vaisseaux. Le récipient doit être aussi suffisamment grand pour la condensation des vapeurs.

Ayant traité de cette manière 4 onces de sucre raffiné, & adapté au récipient un siphon pneumatique, il s'est dégagé dans les commencemens une si grande quantité de gas, qu'il n'a pas été possible de remplacer à temps les cloches de verre pour n'en pas perdre: on en a seulement recueilli 198 pouces cubiques $\frac{2}{5}$, dont 29 pouces $\frac{1}{4}$ ont encore été absorbés par l'eau de l'appareil, & lui ont communiqué la propriété de blanchir sur-le-champ l'eau de chaux. Le surplus étoit du gas inflammable huileux, brûlant avec flamme bleue, & détonnnant très-foiblement.

On a trouvé dans le récipient 5 gros 68 grains de liqueur brune, dont la plus grande partie étoit du flegme sensiblement acide, rougissant le papier bleu, seulement coloré par une matière huileuse, & mêlé d'un peu de charbon qui s'étoit élevé sur la fin de l'opération.

Le charbon resté dans la cornue, & qui étoit raréfié au point de la remplir presqu'en entier, pesoit 13 gros 46 grains. Un phénomène qui n'a été annoncé par aucun Chymiste, & que j'ai observé deux fois d'une manière non équivoque, c'est que la surface intérieure de la cornue est attaquée dans cette opération. Celles dont je me suis servi étoient de verre blanc, & les ayant cassées pour en tirer le charbon, j'en trouvai une portion qui étoit très-adhéreme vers le fond, & à mesure que je la détachois, je découvrois des cavités irrégulières d'une profondeur sensible, dont le diamètre moyen étoit de 2 lignes, & tellement rapprochées, que j'en comptai jusqu'à 7 dans l'espace d'un pouce quarré. Il faut remarquer que le fond de ces cavités n'étoit nullement dépoli, ce qui annonçoit une action lente & successive; je m'appliquai à rechercher les fragmens de verre enlevés pour juger s'ils n'auroient pas été simplement détachés à la faveur de l'adhésion, comme je l'avois remarqué sur deux petites glaces qui n'étoient que doucies, & qui étant restées longtemps en contact sous un certain poids, s'étoient unies au point que l'une avoit enlevé une écaille de la surface de l'autre. J'apperçus bien quelques particules de verre qui réellement adhéroient à la croûte charbonneuse, mais il n'y avoit aucune proportion, ni pour le nombre, ni pour la grandeur de ces fragmens. Je conserve les fonds de ces cornues qui représentent exactement les traces que les pustules de la variole laissent sur la peau.

Je ne doute pas que cet effet ne soit dû en partie à l'intensité du feu que j'ai porté à dessein au plus haut degré que puissent supporter les vaisseaux de verre dans le bain de sable; cependant il n'est pas moins certain qu'il n'y a eu aucune fusion, puisque la surface extérieure ne se ressentoit pas de ces altérations: dès-lors ce ne peut être qu'une dissolution opérée par quelque substance, à l'aide de la chaleur. Seroit-ce l'acide même? Il ne m'a donné jusqu'à présent aucune preuve de cette propriété; & si, d'une part, il ne la manifeste pas à froid, d'autre côté sa rectification prouve que quand il est seul, il n'est pas en état de supporter le degré de chaleur nécessaire pour le rendre actif. Il y a donc toute apparence qu'il y a ici un dissolvant composé; si l'on se rappelle ce

que j'ai dit ailleurs de la dissolution du crystal de roche par l'acide méphitique chargé de fer (*voyez* ACIDE MÉPHITIQUE), il paroitra peut-être assez vraisemblable que la plombagine ou soufre méphitique, qui constitue la plus grande partie du résidu charbonneux, est le principal agent de cette dissolution, à la faveur de la fluidité du feu, soit que l'acide y concoure en effet, ou que cela n'arrive qu'alors qu'il s'est séparé en état de vapeurs. Au surplus, quand on ne regarderoit ce phénomène que comme l'effet d'une simple adhésion, on auroit encore besoin de la même explication; la propriété de coller dépend d'une attraction qui approche beaucoup du degré qui constitue l'affinité.

On a vu que M. Schrickel recommandoit de rectifier sur de l'argille le produit de la première distillation; j'ai essayé cette opération sans intermède, & des 5 gros 68 grains dont j'ai parlé ci-devant j'ai obtenu, à un feu doux, 4 gros 25 grains d'acide qui n'avoit plus qu'une très-légère teinte jaune, dont la pesanteur spécifique étoit 1,0115, le thermomètre étant à 20 degrés, qui n'avoit qu'une foible odeur empireumatique, & qui rougissoit tout de suite fortement le papier bleu. Il restoit encore beaucoup d'acide dans la cornue, que j'aurois pu retirer en continuant la distillation; mais mon intention étoit d'avoir le produit aussi peu chargé de couleur qu'il étoit possible.

J'ai distillé de la même manière le sucre brut ou cassonade, & l'acide rectifié ne m'a présenté aucune différence, si ce n'est qu'il étoit un peu moins concentré.

Cet acide s'élevant à-peu-près au même degré de chaleur que l'eau, il n'est guères possible de le séparer par la distillation; mais on y parvient aisément en l'exposant à un froid capable de réduire l'eau en glace: c'est ainsi que M. Schrickel a préparé l'acide concentré dont il s'est servi pour examiner ses combinaisons. Je suis persuadé qu'on obtiendroit de même cette concentration, en saturant d'abord l'acide avec une base, par exemple, avec la potasse, prenant le sel crystallisé, ou, si l'on veut, précipité par l'esprit-de-vin, qui le purifieroit encore de son huile, & le décomposant enfin à la distillation par un acide concentré & plus puissant. Si on employoit de l'acide vitriolique dans cette opération, il seroit facile de débarrasser le produit de tout mélange étranger en y versant une dissolution de terre barotique faite par le même acide. On n'auroit point de mélange à craindre en se servant d'acide muriatique pour dégager l'*acide sirupeux*, sur-tout si on observoit d'en mettre plutôt moins que trop, & de n'appareiller les vaisseaux que quand l'acide muriatique seroit complettement engagé dans la base.

§. II. *De la nature & des propriétés de l'acide sirupeux.*

Cet acide existe tout formé dans le sucre & les sucs sucrés, à la différence de l'acide saccharin, dont le sucre ne fournit que la base acidifiable; c'est un fait que j'ai suffisamment établi. L'*acide sirupeux* que l'on obtient de toutes les substances susceptibles de la fermentation spiritueuse, & même du sucre de lait, est donc le principe qui constitue essentiellement leur huile en état de savon ou d'hépar soluble dans l'eau; c'est lui qui se développe par l'action du feu dans le travail du vézout & des sucres bruts, & qui produit ce qu'on appelle melasse ou sirop, qui n'est, comme je l'ai dit, qu'une portion de sucre décomposé comme dans notre distillation, dont l'acide est masqué par le sucre parfait qu'il retient en dissolution, & par l'huile qui lui communique en même temps sa couleur.

Lorsqu'on croyoit, avec M. Bergman, que l'acide saccharin étoit l'acide propre du sucre, il suivoit de cette hypothèse que l'on devoit en effet préférer la chaux à l'alkali pour le purifier de l'acide surabondant, en le mettant en état de sel insoluble; maintenant que nous sommes assurés que ce n'est pas l'acide saccharin, mais l'*acide sirupeux* qui existe dans les melasses, la connoissance des propriétés de ce dernier, & des phénomènes de ses combinaisons doit nous conduire à une pratique toute différente, puisque nous verrons que le *sel sirupeux* alkalin est bien moins soluble que le *sel sirupeux* calcaire, & même que celui-ci ne peut être obtenu sous forme concrète.

L'*acide sirupeux* est composé d'air vital acidifiant & d'un radical particulier: comme nous ne lui fournissons immédiatement aucun de ces principes, nous ne pouvons en donner d'autre preuve que le fluide aériforme qui s'en sépare à la distillation, en proportion de ce que l'action du feu en détruit une plus grande quantité, ou, pour mieux dire, la résout en ses élémens.

Il faut rapporter à cet acide tout ce que les auteurs ont écrit de l'esprit de *miel*, de *manne*, de *gomme*, de *froment*, & en général des esprits empireumatiques tirés des sucs doux, ou autres substances végétales analogues; nous verrons même qu'ils ont déja été rapprochés par quelques-unes de leurs propriétés les plus marquées. Suivant Lemery, 16 onces de manne donnent 11 onces 2 gros d'esprit acide rectifié par une seconde distillation, & on en tire à-peu-près autant du miel. Ce Chymiste avoit très-bien vu qu'en remêlant l'acide & l'huile, *on n'y fait pas renaître la douceur*, ce qui pourroit bien dépendre de ce que les proportions de l'huile ou des substances qui la composoient avant l'opération ne sont plus les mêmes, de ce qu'il s'est dissipé du gas inflammable, de ce qu'il s'est peut-être fixé une portion de calorifique dans l'un ou dans l'autre des produits. C'est-là le problême important dont j'ai déja parlé plusieurs fois, & qui se représente dans toutes les analyses par le feu.

L'*acide sirupeux* concentré a une saveur très-piquante ; il rougit fortement les couleurs bleues végétales. Cartheuser, dans sa dissertation *de genericis plantarum principiis*, compare son odeur à celle du raifort sauvage qui prend le nez, fait éternuer & pleurer, & dit avoir observé qu'il laissoit sur la peau une tache jaune qui ne s'en alloit que par la desquammation.

Exposé au feu en vaisseaux ouverts, il se volatilise & ne laisse qu'une tache brune : si on lui fait éprouver une forte chaleur en vaisseaux clos, le résidu est plus considérable & de la nature du charbon de sucre.

Il attaque avec une vive effervescence les méphites terreux & alkalins, & forme avec leurs bases des sels essentiellement différens de ceux qui résultent de l'union de ces mêmes bases avec l'acide saccharin. Je leur donne le nom générique de sirupes. *Voyez* SIRUPE ALUMINEUX, SIRUPE DE SOUDE, *&c.*

Suivant M. Schrickel, cet acide dissout l'*or*, même en état de métal ; il assure avoir fait plusieurs fois cette expérience, & même l'avoir répétée en présence de Fréd. Aug. Cartheuser. Ce Chymiste n'est pas le premier qui lui ait attribué cette propriété ; *Lemery* dit précisément que l'*esprit-de-miel rectifié étant mis en digestion sur des feuilles d'or, dissout quelque légère portion de ce métal, mais sans qu'on y apperçoive aucune fermentation. Neuman* rapporte aussi comme une opinion établie dans les ouvrages de *Depré*, d'*Ettmuller*, & de plusieurs autres, que l'esprit-de-miel & l'esprit-de-manne dissolvent l'or ; mais il la rejette comme une fable accréditée par les adeptes, sur le fondement que le miel & la manne étoient des substances aériennes ou célestes, formées de la rosée, chargées de sel hermétique, de l'esprit du monde, ou menstrue universel. C'est en effet dans ces termes qu'en parle Ettmuller. Neuman affirme au contraire que l'esprit acide de manne le plus concentré n'a pas plus d'action sur l'or que l'acide acéteux ou tout autre acide végétal. J'ai voulu juger par moi-même si l'opinion des Chymistes qui ont précédé Neuman avoit quelque fondement ; j'ai fait bouillir à diverses reprises de l'*acide sirupeux* sur un cornet d'or de départ, la liqueur est devenue d'un jaune plus foncé à raison de l'évaporation ; mais y ayant mis ensuite une lame d'étain, il n'y a pas eu un atome de précipité pourpre, quoique la feuille d'étain eût été attaquée & presque totalement dissoute, ou réduite en chaux blanche.

On n'a pas tenté la dissolution de la *platine* par cet acide.

Pour l'*argent*, M. Schrickel le met au nombre des métaux qu'il n'attaque pas, & ce qui est plus remarquable, il assure qu'il ne s'unit pas même avec sa *chaux*.

Il en dit autant du *mercure* & de sa *chaux*, & en cela il n'est pas d'accord avec Lemery, qui parle expressément de la dissolution du mercure par cet acide ; je me suis assuré que le mercure n'étoit pas attaqué en état de métal, même à l'aide d'une longue digestion.

L'action de l'*acide sirupeux* est plus marquée sur les métaux imparfaits ; il corrode le plomb à sa surface, & perd lui-même sa transparence, cette dissolution fournit des crystaux allongés très-styptiques ; il donne avec le *cuivre* une dissolution verte ; il dissout l'*étain* en partie ; il forme avec le *fer* des crystaux verds, avec l'*antimoine* & le *zinc* des dissolutions verdâtres. J'exposerai ailleurs plus en detail les propriétés de ces sels ; je me borne à les indiquer ici, comme faisant connoitre les caractères particuliers de notre acide. *Voyez* SIRUPES *d'or*, *de fer*, *de zinc*, *&c.*

Il nous manque encore bien des observations pour déterminer exactement les affinités de cet acide ; cependant j'ai vérifié qu'il préféroit les alkalis aux terres, & même que le sirupe barotique étoit décomposé sur-le-champ par la potasse caustique, & d'après cela je crois pouvoir indiquer l'ordre suivant :

La potasse.
La soude.
Le barote.
Le calce.
La magnésie.
L'ammoniac.
L'alumine.
Les chaux métalliques.
L'eau.
L'esprit-de-vin.

Suivant M. Schrickel, la dissolution sirupeuse de cuivre n'est décomposée par aucun des acides minéraux.

Le sirupe de plomb est décomposé par ces trois acides.

L'*acide sirupeux* ne cède l'étain à aucun de ces acides.

La dissolution de fer dans cet acide n'est précipitée que par l'acide muriatique, & non par les acides vitriolique & nitreux.

Les acides vitriolique & muriatique lui reprennent l'antimoine, mais non l'acide nitreux.

Il ne laisse pas aller le zinc à l'acide muriatique, ni même à l'acide nitreux, mais bien à l'acide vitriolique.

L'action de cet acide sur les huiles n'a pas encore été examinée, non plus que sa combinaison éthérée avec l'esprit-de-vin.

ACIDE TARTAREUX, *acide du tartre*. Cet acide, quoique très-anciennement connu & employé dans un grand nombre de préparations, n'a cependant été mis en état d'acide libre que depuis quelques années. Il est vrai que quoiqu'en partie saturé il faisoit réellement fonction de dissolvant

acide, c'est celui qui a été nommé *crême de tartre*. Non-seulement cette expression très-impropre doit être proscrite suivant nos régles de nomenclature, mais comme la découverte de l'*acide tartareux* libre ne nous empêche pas d'employer cet acide dans l'état de saturation incomplette, où la nature nous le présente, d'examiner son action ainsi modifiée, & les produits de ses combinaisons à double base, il en résulte que nous avons ici à considérer deux êtres très-distincts, l'un plus simple, l'autre plus composé, & que ce seroit s'exposer volontairement à une confusion habituelle que de vouloir les comprendre sous une même dénomination. Je laisserai donc parler ceux qui aimeroient mieux éterniser les imperfections de la science que de renoncer à quelques mots d'habitude, & je nommerai *acide tartareux* l'acide du tartre libre & isolé de toute base; je nommerai *acidule tartareux* le même acide dans l'état de saturation incomplette, & *tartres trisules* ou triples, les sels dans lesquels cet acide retient sa base naturelle, & en fixe en même-temps une différente pour achever la saturation. Au moyen de ces dénominations, qui me paroissent aussi claires qu'exactes, tout s'entendra sans circonlocution, sans crainte d'équivoque; le terme *acidule* n'a pas besoin d'explication, il est pris dans sa vraie signification.

Cette distinction nécessaire me donne donc ici en quelque sorte deux dissolvans à traiter, mais trop analogues pour en faire deux articles séparés; je m'occuperai d'abord de l'*acide tartareux* libre, comme l'être le plus simple, je passerai ensuite à l'examen de cet acide réduit à la condition d'acidule; mais je dois, avant tout, faire connoître le tartre qui est la matière première de l'un & de l'autre, & l'acide empireumatique que fournit son analyse par le feu.

§. I. *Du tartre & de sa purification.*

Le tartre est une matière saline concrète d'une saveur acidule, qui se dépose en forme d'incrustation pierreuse sur les parois intérieures des tonneaux remplis de vin.

Le nom de tartre, qui vient de *tartarum*, lui a été donné, suivant quelques anciens, comme indiquant plutôt le lieu que la matière, c'est-à dire, la profondeur sombre où elle se forme, & ils appuyoient cette origine par la figure même du caractère que lui ont donné les Chymistes, qui est un quarré & une croix au-dessous. *Paracelse* qui en fit le principe de tout mal & de tout remède, qui vouloit que tout corps susceptible de donner un produit concret eût un germe tartareux, que le sang eût son tartre, que l'eau eût son tartre, que l'esprit-de-vin lui-même eût son tartre, &c. dit précisément qu'il est ainsi nommé, parce qu'il engendre de lui-même l'huile, l'eau, la teinture & le sel qui brûle le malade comme l'enfer ou le tartare (*de morbis tartareis, cap. 1*). C'est assez d'annoncer en quelques mots cet étrange systême, dont *Vanhelmont* ne tarda pas à désabuser l'école de Paracelse.

Cette substance a reçu différens noms des auteurs cabalistiques, mais ils ne méritent guères d'être tirés de l'oubli. Pott nous apprend que c'est l'*acide sulfureux radical* de Wielling.

Toutes les liqueurs vineuses, & même tous les vins de raisin, ne fournissent pas une égale quantité de tartre. Neuman a remarqué que les vins de Hongrie n'en laissoient qu'une couche mince, que les vins d'Espagne, de Frontignan, & autres vins liquoreux en donnoient extrêmement peu; que les vins ordinaires de France en fournissoient davantage & de meilleure qualité, mais que les vins du Rhin & de la Meuse le donnoient le plus pur & en plus grande quantité (*tome II, part. IV, chap. 28*). M. Scopoli croit que les vins d'Autriche & de Styrie, naturellement plus acides, produisent aussi plus de tartre.

On distingue le *tartre rouge* & le *tartre blanc*; ils ne diffèrent que par la partie colorante que le vin rouge fournit au premier, & qui ne lui est pas essentielle. Le blanc se trouve aussi d'une couleur terne, & même quelquefois grise, parce qu'il s'y mêle toujours de la lie fine, ou quelques impuretés dont le vin étoit chargé accidentellement, & qu'il laisse précipiter.

En général le *tartre crud* a une apparence pierreuse; cependant on y apperçoit quelques crystaux: sa saveur, quoique sensiblement acide, a un caractère vineux. Les académiciens de Dijon ont observé qu'une once d'eau à la température de 10 degrés au-dessus de zéro, n'en pouvoit dissoudre que quatre grains; qu'elle en prenoit un peu plus à la chaleur de l'ébullition, mais qu'il se crystallisoit par le refroidissement.

Avant que d'examiner les propriétés du tartre, il faut le débarrasser, comme l'on voit, de ses impuretés, & sur-tout d'une partie extractive qui lui est le plus adhérente. Le Chymiste peut se dispenser de faire lui-même cette opération, qui se pratique en grand pour l'usage de la pharmacie, des teintures, &c. (*voyez dict. des arts*); mais il ne doit pas ignorer les moyens que l'on emploie, & les conséquences qui en résultent pour l'analyse.

M. Fizes a donné dans le recueil de l'académie pour 1725, un mémoire sur la manière de purifier le tartre à Calvisson & Aniante près de Montpellier. Ces fabriques, dit M. Montet, se sont fort multipliées depuis; il y en a à Montpellier même, il y en a du côté d'Uzès, à Bédarieux, &c. On fait d'abord bouillir le tartre dans l'eau, on filtre & on laisse déposer par refroidissement la partie qui a été dissoute. Les crystaux que fournit cette première opération sont encore roux & chargés de matière extractive huileuse.

on les fait rediſſoudre dans l'eau bouillante, & on ajoute dans la chaudière environ cinq livres de terre blanche qui ſe trouve près de merveil : cette terre, délayée dans la liqueur, l'épaiſſit & lui donne une couleur laiteuſe. En filtrant & remettant ſur le feu quelques inſtans, on obtient partie par évaporation, partie par refroidiſſement, des cryſtaux de tartre très-blancs, quoique communément petits & irréguliers à cauſe de la promptitude de la cryſtalliſation. Ceux qui ſe forment par évaporation produiſent à la ſurface une croûte ſaline, & de-là vient le nom de *crême de tartre* que l'on a donné dans la ſuite aux cryſtaux même raſſemblés au fond des chaudières, & qui eſt *très-impropre*, comme le dit M. Deſmaretz, auſſi-bien pour les uns que pour les autres. Le tartre crud ordinaire fournit les trois cinquièmes de ſon poids ou environ de cryſtaux, mais le tartre blanc cryſtallin bien choiſi en fournit les deux tiers.

On doit à M. Deſmaretz la deſcription du travail qui ſe fait à Veniſe, pour la purification du tartre (*Journ. phyſ. 1771, page 67*); on commence par faire deſſécher le tartre brut & la lie de vin dans des chaudières de fer à un feu modéré; on pulvériſe le réſidu de la deſſiccation, & on le diſtribue dans des cuviers remplis d'eau chaude, où on en favoriſe la diſſolution par le mouvement. Il ſe fait une première ſéparation des parties groſſières qui ſe précipitent, & que l'on a ſoin d'enlever; à meſure que la liqueur refroidit, les cryſtaux de tartre ſe dépoſent ſur les parois des cuviers. La partie ſupérieure de ces cryſtaux, beaucoup plus pure que celle du fond, eſt rediſſoute dans des chaudières de cuivre, à un feu doux & gradué avec précaution pour favoriſer la dépuration; quand la diſſolution eſt bien chargée, on fait bouillir & on met dans la chaudière des blancs d'œufs délayés dans l'eau, puis battus avec une portion de la liqueur bouillante pour les rendre mouſſeux : en même-temps on jette auſſi dans la chaudière un peu de cendre neuve tamiſée. Cette projection occaſionne une vive efferveſcence, il s'élève beaucoup d'écume rouſſeâtre qui eſt ſaiſie par la mouſſe du blanc d'œuf, & qu'on ſe hâte d'enlever avec une écumoire. Cette opération répétée quatorze ou quinze fois ſur la même chaudière, laiſſe à la fin une liqueur non colorée qui dépoſe des cryſtaux très-blancs.

Ces deux méthodes ne diffèrent, comme l'on voit, que par les matières que l'on emploie pour la purification. Pour juger laquelle eſt la plus avantageuſe, il faudroit avoir une analyſe exacte de la terre de merveil, & on n'eſt pas même d'accord ſur les caractères extérieurs qu'elle préſente. M. Fizes dit que c'eſt une ſorte de *craie blanche*. M. Montet, dans ſon article *tartre* de l'ancienne Encyclopédie, a relevé cette expreſſion comme ne convenant pas à l'argille de merveil; cependant il convient que certains morceaux de cette terre donnent quelquefois de légères marques d'efferveſcence avec l'acide nitreux. D'autre part, M. Macquer la regarde comme une terre argilleuſe, ſur laquelle le tartre n'a que peu ou point d'action dans cette opération ; ſi cela eſt, on ne peut douter que cet intermède ne ſoit préférable à la cendre, qui, portant à-la-fois de l'alkali & de la terre calcaire, ſature une partie de l'acide du tartre, & n'augmente la diſſolubilité de la portion qui reſte qu'en diminuant ſon acidité, ou pour mieux dire, en ſéparant en état de ſel inſoluble la portion véritablement acide, & laiſſant l'autre, comme nous le verrons dans un inſtant, en état de ſel neutre alkalin.

Quoiqu'on ne connoiſſe pas encore la vraie raiſon pour laquelle la terre argilleuſe ſert utilement à la décoloration de quelques matières ſalines, il n'eſt pas moins certain qu'on l'emploie avec ſuccès dans pluſieurs opérations analogues, & M. de Machy dit s'être aſſuré par quelques eſſais que la terre ſchiſteuſe ou de l'ardoiſe avoit elle-même cette propriété. Ainſi, il ſeroit très-poſſible qu'une argille pure ſervît de même à cette purification; mais la queſtion eſt de ſavoir ſi celle de merveil eſt en effet de cette qualité, & il me paroît aſſez vraiſemblable que c'eſt tout au plus une marne argilleuſe, c'eſt-à-dire, un compoſé tenant beaucoup d'argille & un peu de calcaire; j'en juge par ce qu'en a dit M. Montet, qui étoit bien à portée d'en prendre une connoiſſance exacte, dont le témoignage a été depuis confirmé par M. Deſmaretz. Cet académicien, non-ſeulement n'héſite pas de la nommer terre *abſorbante*, mais il établit encore cette opinion ſur le récit d'une épreuve comparée dans l'uſage de la teinture, de la crême de tartre de Montpellier & de celle d'Allemagne : la première donna, à quantité égale, à la même laine, & avec la même cochenille, un rouge moins vif; mais ayant ajouté peu-à-peu de la diſſolution acide de l'étain par l'eau régale, on obtint la même nuance; ce qui ne permit pas de douter que la condition qui avoit d'abord manqué étoit la proportion d'acide végétal, & que la crême de tartre de Montpellier en tenoit moins que celle qu'on s'étoit procurée d'Allemagne.

La conſéquence de ces faits ſe préſente naturellement. En employant pour la purification du tartre brut des matières capables de neutraliſer ſon acide, on perd la portion qui devient inſoluble ; celle qui reſte dans la liqueur deſtinée à fournir les cryſtaux s'approche de plus en plus de l'état de ſel neutre ; l'argille la plus pure s'approprie encore une certaine quantité de l'acide libre, qui reſte dans la liqueur comme incryſtalliſable. La meilleure méthode eſt donc inconteſtablement celle qui n'emploie que des agens méchaniques, des filtrations répétées, ou, ce qui revient au même, des clarifications par les blancs d'œufs.

La cryſtalliſation du tartre n'a pas été encore bien déterminée ; M. de l'Iſle, dans ſa dernière

édition, n'en parle que d'après Leuwenhoec, qui, ayant observé ce sel au microscope, le représente comme un parallélipipède rhomboïdal. Il paroît qu'il n'a pas connu ce qu'en a dit M. Montet dans la première édition de l'Encyclopédie, & qui mérite d'être rapporté.

« Voici ce que j'ai observé, tant sur la crystallisation du tartre crud, que du crystal de tartre. » Le tartre, tel qu'on le retire des tonneaux de » vin, a de très petits crystaux, dont la plupart » sont terminés par des faces inclinées entr'elles » sous un angle droit; mais dès que ce sel est » blanchi & purifié par la terre de merveil, sa » crystallisation est assez changée, & on n'y voit » guère plus de parallélipipèdes rectangles. Ce » sel qui, à cause de son peu de dissolubilité, exige » une grande quantité d'eau & même bouillante, » se crystallise toujours avec précipitation lorsque » la dissolution se refroidit; aussi ne donne-t-il » que de très-petits crystaux, même dans le travail en grand. Ces crystaux sont composés de » grouppes d'une grande quantité de prismes » assez irréguliers, dont les faces brillantes sont » toutes parallèles & rangées dans trois plans. » On distingue très-bien que ce ne sont ni des » lames, ni des aiguilles. Pour observer la forme » la plus régulière du crystal de tartre, il faut » le faire dissoudre dans de l'eau bouillante : quand » cette eau en est bien chargée, on en verse 7 ou » 8 gouttes sur une glace de miroir non étamée; » dès qu'on s'apperçoit qu'après le refroidissement » il s'est formé sur la glace un nombre suffisant » de crystaux pour l'observation, on incline la » glace doucement pour faire écouler l'eau, qui » autrement auroit continué de donner des crystaux, & le grand nombre de ces crystaux, qui » sont disposés à se groupper, auroit empêché » qu'ils eussent été isolés; ce qui est nécessaire » pour l'observation. On a par ce moyen des » crystaux assez régulièrement terminés, mais » fort petits; on se sert d'un microscope ou d'une » lentille d'environ une demi-ligne de foyer pour » les bien observer. Ce sont des prismes un peu » applatis, dont la plus grande face est le plus » souvent hexagone, quelquefois octogone, & » qui paroissent avoir six faces; si l'eau est moins » chargée, & la crystallisation plus prompte, » leur applatissement est un peu plus considérable ».

Le tartre crud est employé pour faire l'alkali extemporané dans la composition des flux réductifs, & dans quelques préparations de métallurgie & de teinture; mais c'est le tartre en crystaux dont on fait le plus grand usage en Chymie & dans les arts; nous le supposerons désormais dans cet état de pureté, en recherchant sa nature & ses propriétés.

§. II. *De la nature du tartre.*

Le tartre existe-t-il dans le fruit avant la fermentation? Est-ce un sel essentiel acide pur? Quels sont les produits de son analyse? Voilà les questions que nous devons examiner pour connoître la nature de cette substance, avant que de considérer le principe qui lui donne rang parmi les dissolvans acides.

I. On a regardé long-temps le tartre comme le sel essentiel du vin qui s'en séparoit après la fermentation; C'est ainsi qu'en ont parlé Boerhaave, Neuman, Montet, & tous les Chymistes avant M. Rouelle le jeune. Ce dernier ayant retiré du tartre du jus de raisin, non-seulement avant qu'il eût fermenté, mais même avant qu'il eût acquis la douceur que lui fait prendre la maturité, il en conclut que ce sel existoit tout formé dans le fruit, & cette opinion a été adoptée par le plus grand nombre. M. Macquer assure que plusieurs Chymistes l'ont reconnu *dans le moût des raisins, des poires & autres sucs sucrés*; ce qui prouve, suivant lui, que ce sel essentiel n'est point le produit de la fermentation, mais celui de la végétation; & comme il se retrouve aussi dans les résidus de la distillation du vin & du vinaigre, il s'ensuit qu'il ne souffre point non plus d'altération dans les fermentations spiritueuses & acéteuses, & qu'il est comme étranger à ces opérations.

Quelques-uns avoient prétendu que le tartre que fournissoit le moût étoit mêlé de sucre; mais dans une dissertation en forme de thèse soutenue en 1780, par M. Corvinus, sous la présidence de M. Spielman, on a combattu cette opinion par une expérience directe : le tartre obtenu par l'ébullition du moût en consistance de miel s'est trouvé absolument privé de matière sucrée, & l'esprit-de-vin dans lequel on la fait digérer n'en a rien dissous; nouvelle preuve (disent ces auteurs) qu'il n'est point produit par la fermentation, qu'il existe dans le suc des raisins, & qu'il s'en sépare à mesure qu'il est atténué par la fermentation (*analecta de tartaro, &c.* §. I).

Cependant M. Scopoli trouve encore peu de vraisemblance que le tartre existe absolument avant toute fermentation; il pense que la méthode même par laquelle on le retire est peu favorable à cette assertion, & j'avoue que si je n'adopte pas cette opinion, je suis du moins très-éloigné de croire que la question soit irrévocablement décidée. D'abord, il est certain que le tartre n'est pas plus soluble dans le vin que dans l'eau, pas plus soluble dans le vin récent que dans celui qui en a deja laissé précipiter, pas plus soluble enfin dans celui qui en fournit peu, que dans celui qui en donne abondamment. Vanhelmont dit précisément qu'il se dissout plus de tartre dans 2 onces d'eau de pluie que dans 200 onces de vin, même à l'aide de l'ébullition : d'où il résulte invinciblement que le tartre n'est pas simplement dissous dans la liqueur vineuse, que sa précipitation n'est pas une simple crystallisation par évaporation. Il

faut donc supposer que le vin qui avoit précédemment la propriété de dissoudre ce sel, perde cette propriété. C'est ce dont M. Bucquet lui-même étoit bien convaincu tout en adoptant l'hypothèse de M. Rouelle, lorsqu'il a dit que le tartre se déposoit lorsque la liqueur *cessoit d'avoir la consistance muqueuse, c'est-à-dire, lorsque l'esprit ardent étoit formé.* En effet, nous ne concevons pas que les propriétés d'un corps quelconque puissent changer sans qu'il y ait en même-temps quelque changement dans sa composition. Mais puisque ce changement, quel qu'il soit, est aussi-bien produit par l'art qui force la liqueur du verjus à abandonner son tartre, que par la fermentation lente spontanée, il est évident que le premier cas ne résiste pas plus que le second à l'ancienne hypothèse, que la réunion des parties constituantes du tartre s'opère en même-temps & par les mêmes causes qui produisent dans le vin une altération aussi sensible, alors qu'il dépose ce sel.

S'il étoit bien prouvé, comme l'illustre Boerhaave l'a cru, que le tartre fût lui-même un ferment, que le vin dont on a arrêté subitement la fermentation, & qu'il appelle *vinum suffocatum*, ne donnât que peu de tartre, on pourroit réunir ces faits à ceux qui établissent la nécessité de la fermentation; il n'est du moins personne qui n'ait observé avec quelle égalité le tartre se distribue sur les parois du tonneau, comme s'il étoit porté du centre de la liqueur à la circonférence, & cette circonstance me semble encore montrer plutôt les progrès d'une composition que d'une simple précipitation (*process.* 42).

Je ne dissimulerai pas cependant qu'il y a d'autres phénomènes qui se concilient beaucoup mieux avec l'idée de la préexistence du tartre dans le raisin.

1°. Si ce sel se composoit réellement des matières que le vin abandonne, toute liqueur qui a subi la fermentation vineuse devroit, comme le moût de raisin, fournir plus ou moins de tartre, & le même Boerhaave avoue qu'on n'en obtient ni de l'hydromel, ni de la meilleure bière, ni de quelques espèces de vins.

2°. Le sel essentiel acide que l'on retire de quelques végétaux par decoction paroît être du vrai tartre. Tel est le sel qu'on obtient de la pulpe des tamarins, que M. Bucquet regardoit comme *tout-à-fait analogue à la crême de tartre*, dont M. Vassou a formé du vrai tartre de potasse ou sel végétal, reconnu pour tel par MM. Bercher & Bucquet (*règ. végétal, sect. 3, chap. 1, art. 4*). Les expériences publiées par M. Retzius, dans les mémoires de l'académie de Stockolm, de 1775, ont fourni de nouvelles preuves de cette identité. Ce célèbre Chymiste a fait bouillir dans l'eau le tamarin, & cette décoction mise au frais lui a donné des crystaux en écailles, aussi peu solubles que le tartre; la liqueur qui a refusé de crystalliser a formé avec l'alkali un sel neutre qui avoit la saveur de la terre foliée ou *oxytartarum* de la pharmacopée Suédoise; la dissolution de ce sel s'est troublée sur-le champ par l'addition d'une portion de la même liqueur, & a donné un précipité pareil à la *crême de tartre*, comme il arrive quand on met de l'acide du tamarin dans une dissolution de tartre de potasse; enfin, cette liqueur a formé avec la craie un tartre calcaire insoluble dont l'acide vitriolique a dégagé l'acide tartareux: d'où ce Chymiste conclut que le sel acide concret du tamarin est le même que celui du tartre, & qu'il n'en diffère que parce qu'il est plus chargé de matière extractive. Le précipité qu'il occasionne dans la dissolution de tartre de potasse ou sel végétal pourroit faire croire que cet acide est plus puissant, & faire naître une objection contre cette conclusion, fondée sur le principe qu'un sel ne peut être décomposé par son propre acide; mais il y a long-temps que MM. Baumé, Cartheuser & Bucquet ont indiqué la vraie cause de ce phénomène, qui est que le tartre de potasse plus dissoluble s'empare de l'eau qui tenoit le sel acide concret en dissolution.

3°. M. Trommsdorf a donné, dans les actes de Mayence, de 1778, une analyse du sumach (*rhus coriaria, L.*); il a pris deux livres de la graine de cet arbrisseau, & les ayant mis sur un filtre, il les a arrosées d'eau bouillante, jusqu'à ce qu'elle en sortit insipide; il a trouvé que par ce procédé la dissolution étoit beaucoup moins chargée de parties extractives; ces eaux évaporées jusqu'à former pellicule ont été mises en un lieu frais, & il s'y est formé un sel brun; mais à force de répéter les dissolutions & crystallisations, il est parvenu à le rendre blanc & transparent; il pesoit environ 6 gros; ses crystaux n'étoient pas uniformes; les uns étoient des parallélipipèdes rectangulaires, les autres avoient les deux côtés opposés plus larges, plusieurs étoient grouppés irrégulièrement; sa saveur étoit acide; il étoit peu soluble dans l'eau froide, il exigea 32 parties d'eau bouillante pour sa dissolution, & se crystallisa très-promptement par le refroidissement. Sa dissolution rougit les couleurs bleues-végétales, s'unit aux alkalis avec effervescence, & forma des sels neutres. Il coula au feu comme de l'alun, il brûla ensuite avec flamme, & laissa $\frac{1}{7}$ de son poids d'une terre grise qui avoit le goût alkalin, & qui fut presque entièrement dissoute par les acides avec effervescence; l'esprit-de-vin chaud ne put le dissoudre complettement, mais il parut s'y fondre, & se déposa sous forme solide aussi-tôt qu'il devint froid. Ce Chymiste conclut que le sel de sumach a beaucoup d'analogie avec le sel d'oseille & la crême de tartre; mais M. Green a annoncé depuis qu'il avoit reconnu le sel essentiel de sumach pour un vrai *sel tartareux* composé d'*acide tartareux* & d'alkali végétal (*Crell Neuest. Entdeck, part. VI, page 150*).

Cet

Ces observations ne permettent guères de douter que l'on ne puisse retirer un vrai tartre de quelques-uns des végétaux même qui paroissent le moins disposés à la fermentation spiritueuse, & avant qu'on les ait disposés à subir cette altération spontanée qui produit les liqueurs vineuses; & c'est sans doute le plus fort argument en faveur de l'hypothèse de la préexistence du tartre tout formé; mais, je le répète, il faut toujours une décomposition du végétal pour le séparer de ses autres parties constituantes, & nous n'avons point de preuves que les moyens employés à cette séparation ne portent leur action que sur la substance qui servoit de dissolvant au tartre tout formé, au lieu de procurer en même-temps, comme il arrive en tant d'occasions, la combinaison immédiate & plus intime de quelques-uns des principes du corps surcomposé.

En un mot, il n'est pas décidé que ces végétaux ne soient pas susceptibles de quelque mouvement de fermentation; M. Baumé a observé que la décoction des tamarins, lorsqu'elle étoit évaporée à un certain point, se réduisoit en une gelée qui conservoit toute l'acidité du fruit, mais qu'elle se liquéfioit un peu, quelque temps après, qu'elle prenoit la forme d'un extrait ordinaire, en perdant presque toute sa saveur acide, vraisemblablement parce qu'elle subissoit un très-léger mouvement de fermentation. (*Elem. de pharm.*)

II. *Le tartre est-il un pur sel essentiel acide?* On n'a jamais douté que l'acide n'y fût combiné avec le principe huileux, & c'est là ce qui le constitue sel essentiel, suivant la véritable acception de ce terme; mais il laisse, apres sa combustion, un sel fixe alkalin, les Chymistes ont été long-temps partagés sur la question de savoir s'il étoit produit ou simplement séparé; il convient donc, pour prendre une juste idée de la nature du tartre, de rappeller d'abord en peu de mots les principaux argumens dont s'appuyoient les deux partis, & d'exposer ensuite les raisons & les expériences qui doivent enfin terminer cette controverse.

Avant *Paracelse*, tous les Chymistes regardoient l'alkali du tartre comme un de ses principes, & il soutint lui-même cette opinion, autant qu'on en peut juger par les rêveries qu'il a écrites sur le tartre. *Fernel* & *Riolan* sont les premiers qui aient avancé que l'alkali étoit un produit de l'art & du feu, & M. Rosenstiel remarque très-bien que ce systême tenoit aux prétentions des adeptes, de transformer la plupart des substances dans leurs opérations. Parmi ceux qui ont soutenu le même principe, quoique fondé sur des argumens souvent très-différens, on peut compter *Vanhelmont*, *Boyle*, *Kunckel*, *Tachenius*, le grand *Boerhaave*, *J. M. Hoffman*, *Stahl*, *Homberg*, *Geoffroy*, *Neuman*, *Fréd. Hoffman* & plusieurs autres dont les noms sont moins connus. La preuve qu'en donnoit Vanhelmont étoit faite pour convaincre si elle eût été confirmée par l'expérience; il affirmoit que 16 onces de tartre, qui donnoient environ 2 onces & demie d'alkali lorsqu'on les brûloit en vaisseaux clos, en donnoient plus de quatre si on cohoboit sur le résidu charbonneux la liqueur qui avoit passé dans le récipient. Suivant Stahl, les plantes qui fournissent abondamment de l'alkali n'en donnent plus à l'incinération, lorsqu'on leur a enlevé la partie résineuse par l'esprit-de-vin, parce que ce sel fixe ne peut être produit que par la combinaison de l'acide avec la matière huileuse; & ce Chymiste, dans ses derniers ouvrages, admet dans le tartre une partie saline nitreuse qui produit l'alkali pendant la combustion de son huile grossière.

La doctrine contraire a eu dans tous les temps d'illustres défenseurs: *Beguin* place le sel fixe parmi les principes des sels essentiels; *Angelus Sala* dit précisément que le tartre est composé d'acide, d'huile & de sel, & que le feu ne fait que dégager les deux premiers: *Libavius* s'éleva avec force contre Riolan, *Zwelfer* contre Tachenius; *Lefevre*, *Glaser*, *Hierne* soutinrent la préexistence de l'alkali; *Bourdelin* & *Lemery* s'efforcèrent de l'établir: *Duhamel* & *Grosse* avoient observé qu'en ajoutant une terre soluble dans la dissolution du tartre, il se formoit des crystaux de tartre, semblables à ceux que l'on obtenoit en y ajoutant de l'alkali, & que l'acide nitreux versé dans cette dissolution régénéroit du nitre (*mém. de l'acad. ann. 1732*). Cette expérience étoit sans doute assez décisive, mais ces académiciens, plus occupés de la recherche d'un procédé pour rendre le tartre soluble, négligèrent d'en faire l'application à la question de la préexistence de l'alkali avant la combustion, & c'est pour cela que M. Rosenstiel & quelques Chymistes allemands reportent à *Margraff* l'honneur de la découverte de l'alkali dans le tartre par la voie humide & sans incinération. A la vérité, le célèbre académicien de Berlin ne se borna pas à extraire l'alkali du tartre en le saturant d'abord de craie, précisément comme avoient opéré les deux académiciens de Paris, il voulut encore détruire le soupçon qui pouvoit rester que cette terre eût quelque part à la production du sel fixe, à l'aide de la chaleur de l'ébullition; & il parvint à combiner directement, sans aucun intermède, les acides nitreux, muriatique & acéteux avec cette base alkaline qui existe naturellement dans le tartre, & à démontrer l'identité absolue des sels qui en étoient formés avec les sels neutres résultant de l'union de la potasse ou alkali végétal avec les mêmes acides.

Ces expériences ont été depuis confirmées par le célèbre *Rouelle*, qui ne céda à Margraff que l'avantage de la date pour cette découverte (*journ. phys. tome I, page 14*); elles ont été répétées, toujours avec le même succès, par plusieurs Chymistes, & en particulier par MM. *Wiegleb*, *Rosenstiel* & *Packen*, qui en ont rendu un compte très-

détaillé ; le premier, dans son traité des alkalis, imprimé à Berlin en 1774 ; les deux autres, dans leurs dissertations latines sur l'origine de l'alkali végétal, & sur l'analyse du tartre, publiées en 1776 & 1779. Dès 1773, M. *Bayen* avoit enseigné une autre manière de décomposer le tartre par affinité double, en employant le nitre mercuriel, & d'en séparer ainsi l'alkali. (*Récréations chym. de Model, édit. franç. tome II, page 50.*)

Ces ouvrages sembloient ne rien laisser à desirer sur cette matière ; cependant la question a été renouvellée depuis par MM. *Spielman* & *Corvinus*, qui ont considéré le tartre comme un *pur acide*, formé par l'organisation végétale, tenant du calce & de l'huile, différant du vinaigre seulement en ce que celui-ci manquoit du principe terreux, & que son huile étoit atténuée par la fermentation ; susceptible enfin de se convertir *tout entier* en alkali lorsqu'il étoit privé de son eau, soit par le feu, soit par la chaux vive, qui de toutes les terres étoit le plus avide de ce principe. (*Analecta de tartaro, &c. argentorati, 1780.*)

Je ne m'arrêterai pas à examiner tous les raisonnemens, toutes les expériences même qui en ont imposé au célèbre professeur de Strasbourg ; il suffira de remarquer qu'il étoit encore fortement préoccupé de l'ancienne opinion que la chaux ne pouvoit enlever aucun acide à l'alkali, & que c'est là principalement ce qui l'a empêché de reconnoître l'acide du tartre dans le résidu insoluble de sa décomposition par la craie, quoiqu'il eût sous les yeux les démonstrations si précises de MM. *Schéele* & *Retzius ;* mais les exemples de la décomposition des sels neutres alkalins par la chaux se sont tellement multipliés, sont actuellement si familiers à tous les Chymistes, que je ne puis croire qu'il y en ait un seul qui soit tenté désormais de révoquer en doute la présence de l'alkali végétal tout formé dans le tartre, aussi-bien que dans le sel d'oseille, lorsqu'il aura suivi avec quelqu'attention ce qui se passe dans les expériences que je vais rapporter.

1°. Que l'on mêle à froid une dissolution de nitre calcaire avec une dissolution de tartre raffiné ou acidule tartareux (vulgairement crème de tartre) dans l'eau distillée froide & filtrée avec soin : à l'instant du mêlange, les deux dissolutions parfaitement limpides deviennent laiteuses, & il se forme un précipité terreux : si l'on filtre la liqueur, & qu'après l'avoir fait un peu évaporer on la porte au frais, on trouve le lendemain du vrai nitre en crystaux prismatiques, qui fuse parfaitement sur les charbons. Ce n'est pas le feu qui a produit ici l'alkali nécessaire à la production du nitre, puisqu'on n'emploie pas même la chaleur de l'ébullition.

2°. Que l'on fasse dissoudre du tartre raffiné dans l'eau bouillante, qu'on y ajoute assez de craie en poudre pour la saturation, & qu'après avoir filtré la liqueur, on y verse peu-à-peu de l'acide vitriolique délayé, on verra bientôt se précipiter une portion considérable de tartre, ou, pour mieux dire, d'*acide tartareux ;* & quand on sera parvenu à en épuiser la liqueur par les évaporations & filtrations répétées, on obtiendra, en poussant l'évaporation, du vrai vitriol de potasse qu'il sera facile de purifier par une nouvelle crystallisation. M. Rosenstiel en a retiré par ce procédé 2 onces & ½ gros d'une livre de tartre, & M. Wiegleb assure qu'en employant autant d'acide vitriolique que de tartre, on réussit à lui enlever à quelques grains près, tout l'alkali qu'il peut fournir par la combustion.

3°. Si au lieu d'acide vitriolique on emploie dans cette opération de l'acide muriatique, il se précipite d'abord du tartre ; mais on obtient à la fin, par des évaporations & crystallisations répétées, du vrai muriate de potasse. 6 onces de tartre précipité dans cette opération, retraitées successivement avec le même acide, ont fourni à M. Rosenstiel 11 onces 30 grains de muriate de potasse, c'est-à-dire, autant d'alkali qu'on en auroit retiré par combustion.

4°. L'acide acéteux a donné à M. Rosenstiel, par le même procédé, 4 onces ½ d'acète de potasse ou terre foliée, à la vérité chargé de couleur, même après avoir été plusieurs fois redissous & crystallisé, mais conservant d'ailleurs toutes les propriétés ordinaires de ce sel, se dissolvant facilement dans l'eau & dans l'esprit-de-vin, & attirant l'humidité de l'air.

5°. Les acides nitreux & muriatique mis en digestion sur le tartre pulvérisé, sans aucun intermède terreux, fournissent également du nitre & du muriate de potasse : la base alkaline existoit donc d'avance dans le tartre, & la terre ajoutée dans les précédentes expériences n'étoit nullement nécessaire à sa production.

6°. Lorsqu'on a saturé le tartre avec la craie, le précipité qui se forme dans la liqueur noircit au feu, même après avoir été lavé en plusieurs eaux ; ce n'est donc plus une pure terre calcaire, elle s'est emparée d'une portion de l'*acide tartareux.*

7°. Nous verrons enfin que cet acide peut être dégagé de la terre calcaire, & ce qui est encore plus décisif, que cet acide ainsi rendu libre régénère avec l'alkali végétal, non-seulement le tartre de potasse, mais aussi le tartre raffiné, ou, comme nous le nommons, *acidule tartareux*, lorsqu'on en ajoute au-delà du point de saturation de l'alkali : cette régénération détruit par le fait l'objection de M. Spielman, qu'un sel ne peut être rendu moins soluble par l'excès de son acide.

Ainsi il est bien démontré que l'alkali existe tout formé dans le tartre, & même en assez grande quantité : 1920 grains de tartre en crystaux ont donné à M. Wiegleb, par la combustion, 672 grains de potasse, qui, saturés d'acide vitrio-

lique, ont produit 696 grains de vitriol de potasse. Nous aurons occasion de vérifier encore ces proportions de l'alkali dans le tartre en traitant de la manière d'en séparer l'acide libre.

III. Il nous reste à examiner *quels sont les autres produits de l'analyse du tartre.*

Puisqu'avec l'*acide tartareux* pur & l'alkali on régénère le tartre absolument tel qu'il étoit après la crystallisation du tartre crud, il est évident que la terre que quelques Chymistes assurent en avoir retirée, n'y existoit qu'accidentellement.

La distillation du tartre est une des plus anciennes opérations de la Chymie, il en est fait mention dans les ouvrages de *Geber*, *Raimond Lulle*, *Vigenere*, *&c.* Elle est décrite dans presque tous les traités de Chymie: *Lemery* conjecture avec assez de vraisemblance que l'esprit volatil de tartre dont *Paracelse* & *Vanhelmont* ont si fort exalté les vertus, étoit un produit de cette analyse.

On remplit, à moitié, de crystaux de tartre pulvérisés, une cornue de verre ou de grais; on la place au fourneau de reverbère, & on y adapte un ballon percé d'un petit trou, ou encore mieux, portant un siphon recourbé qui s'engage sous une cloche de verre remplie d'eau, comme dans les distillations pneumatiques; il passe au premier degré de chaleur une eau limpide, aigrelette, pénétrante, ayant un peu d'odeur & une saveur mêlée de quelque amertume: en augmentant le feu, on fait monter une huile ténue, accompagnée de vapeurs blanches & d'une prodigieuse quantité d'air; il s'élève bientôt après une liqueur acide, ensuite une huile noire empireumatique, enfin de l'alkali volatil, avec une portion d'huile épaisse.

Ce qui reste dans la cornue est une masse saline qui s'échauffe avec l'eau, qui attire fortement l'humidité de l'air, c'est-à-dire, l'alkali qui existoit tout formé dans le tartre, & qui, comme l'on voit, n'a pas besoin de l'incinération, ou de la combustion avec le concours de l'air, pour recouvrer toutes ses propriétés ordinaires dans l'état de liberté.

La quantité de gas ou fluide aériforme qui se dégage dans cette distillation est vraiment étonnante, elle a frappé tous les auteurs qui, même avant que de soupçonner sa nature, recommandoient déja de ne pas oublier de donner issue à ces vapeurs, pour éviter la rupture des vaisseaux. Hales avoit trouvé qu'un pouce cubique, ou 543 grains de tartre de vin du rhin, fournissoit 304 pouces cubiques, ou 144 grains de fluide élastique, c'est-à-dire, très-près du tiers de son poids. M. Berthollet porte à 12 gros le poids de ce fluide dégagé de 2 onces de tartre. Suivant M. Spielman (dans une thèse soutenue par M. Corvinus, dont j'ai déja fait mention), 32 onces de tartre crud formant un volume d'à-peu-près 48 pouces cubiques, traitées à la distillation avec l'appareil pneumatique, ont donné d'abord 5550 pouces cubiques de gas acide méphitique, dont environ une dixième partie étoit de l'air vicié; il passa ensuite 4514 pouces cubiques de gas inflammable mêlé encore de gas acide, & sur la fin de l'opération 1677 pouces cubiques de gas inflammable pur, c'est-à-dire, en totalité 11741 pouces cubiques de fluide aériforme, & plus de 244 fois le volume de la matière employée. Enfin l'illustre Priestley a retiré de 585 grains de tartre crystallisé 21238 pouces cubiques de gas acide méphitique, & 6114 pouces cubiques de gas inflammable, brûlant avec une grande flamme blanche, mais à la fin avec flamme bleue & légère, & probablement mêlé encore d'un peu de gas méphitique (*continuation des observations*, *&c. tome I*, *part. II*, *sect. 12*); & ce physicien observe que la masse restante retient toujours une portion de gas méphitique, puisqu'après la calcination au rouge, l'acide muriatique versé dessus occasionne encore une vive effervescence.

L'*huile* que l'on retire de cette distillation est, suivant Lemery & Spielman, un seizième du poids du tartre, c'est ce que l'on nomme huile empireumatique du tartre, & quelquefois huile fétide, à cause de sa mauvaise odeur; on la sépare de l'esprit, en faisant passer le mélange par un entonnoir garni de papier gris qui retient l'huile plus épaisse. Boerhaave parle d'une huile très-subtile qui monte presqu'en même temps que le gas, qui est de couleur jaune, d'une odeur assez agréable & presque aromatique, d'une saveur amère & chaude; il ne doute pas que ce ne soit-là l'esprit volatil dont Paracelse & Vanhelmont vantent les qualités; mais quelques tentatives qu'il ait faites pour le contenir, il n'a pu y réussir; le bec de la cornue étant engagé de 5 pouces dans le col du récipient, cette huile volatile s'élevoit jusqu'au lut, & le traversoit, de sorte qu'il n'eut d'autre moyen que de placer au-dessous une soucoupe où il en recueillit en effet quelques gouttes. Lorsqu'il voulut rendre le lut impénétrable, les vaisseaux éclatèrent.

On pourroit être tenté de croire d'après cela qu'il y a en effet deux espèces d'huile dans le tartre; mais en réfléchissant sur les temps différens de ces produits & sur l'effet de la chaleur, on reconnoit bientôt qu'il n'y a ici qu'une seule huile plus ou moins altérée, comme il arrive dans toutes les distillations des matières végétales & animales (*voyez* HUILE EMPIREUMATIQUE). Il est possible que l'abondance du gas qui s'échappe avec impétuosité favorise la dissipation d'une portion de l'huile qu'il rencontre en vapeurs, & qui doit être le moins altérée, parce qu'elle a moins éprouvé l'action du feu. Une portion de la même huile se condense avec l'esprit, & reste mêlée avec lui dans le récipient; enfin celle qui est rôtie par le feu se précipite, comme plus pesante & moins dissoluble.

La preuve de ce que je viens de dire se tire de la possibilité de rectifier l'huile fétide, de lui enlever presque toute odeur empireumatique, & de l'obtenir beaucoup moins colorée. Quelques auteurs conseillent pour cela de la redistiller sur du sable ou sur des terres bolaires, ou sur des os calcinés au blanc, mais on peut se passer de ces intermèdes, & en la distillant seule à un feu doux, ou en y ajoutant seulement un peu d'eau, & arrêtant la distillation à temps, on a cette huile aussi pure que par tout autre procédé. Il reste au fond de la cornue une masse noire visqueuse, qui n'est autre chose que cette huile mise à l'état charbonneux dans la première distillation. Il n'est pas besoin d'avertir que dans toutes ces rectifications on doit avoir l'attention de porter les matières jusques dans le ventre de la cornue, comme pour l'huile animale de Dippel.

L'alkali volatil est encore un produit de l'analyse du tartre par le feu. Boerhaave n'en fait pas mention, & quelques auteurs, même les plus modernes, ont suivi son exemple; mais il paroît que c'est plutôt parce qu'ils ne l'ont point apperçu, que dans le dessein de révoquer en doute les observations qui constatent son existence. Lemery l'a vu attaché aux parois du récipient sous forme concrète, & conseille de le sublimer dans un chapiteau aveugle, placé sur un matras à long col pour l'avoir plus pur. Stahl dit également en avoir obtenu, sans intermède, en augmentant le feu lorsque l'huile fétide étoit passée. Suivant Juncker, on en recueille en plus grande quantité en ajoutant dans la cornue deux parties d'alkali fixe; M. Wiegleb a vu des traces de cet alkali volatil lorsqu'il a traité à la distillation un mélange de chaux éteinte avec les crystaux de tartre; M. de Fourcroy remarque aussi que l'alkali volatil étant en partie combiné avec l'esprit acide, on ne l'obtient séparé & pur qu'en redistillant les dernières portions du flegme avec addition d'alkali fixe. Mais personne n'en a parlé plus en détail que le célèbre Bucquet. « On peut (dit-il) en distillant avec » beaucoup de précautions, retirer de l'alkali vo» latil concret, sur-tout si on fait la distillation d'une » grande quantité de matière, & si on a l'atten» tion de mettre une allonge entre la cornue & le » ballon.... Quoique le produit de la crême de tartre » contienne une assez grande quantité d'alkali vo» latil, ce sel n'est pas apparent, parce qu'il est » masqué par l'acide, ce qui se voit à la couleur » rouge que la liqueur distillée communique au » sirop de violettes, & à l'effervescence vive » qu'elle fait avec les alkalis & les terres absor» bantes. Pour obtenir l'alkali volatil de la crème » de tartre, il faut changer de récipient à temps, » ou, ce qui est plus commode encore, rectifier le » produit de la distillation. On commence par ver» ser dans un entonnoir l'huile pesante, le flegme » salin & l'huile légère; ces matières se séparent » d'elles-mêmes, & on les fait couler dans autant » de vaisseaux particuliers. On jette de l'alkali bien » sec dans la liqueur saline, il se fait une vive » effervescence; lorsqu'elle a cessé, & que la sa» turation est complette, on distille le mélange à » une chaleur douce; l'alkali volatil dégagé par » l'alkali fixe, passe alors parfaitement pur ». (*Règne végétal*, *tome II*, *page 186*).

Lemery & ceux qui l'ont suivi ont pensé que ce sel volatil étoit rendu alkalin par le feu, & qu'il n'existoit pas dans la plante; c'étoit une conséquence du systême de la conversion des acides en alkalis par le feu dont nous avons démontré l'erreur. M. de Fourcroy paroît encore adopter l'opinion que c'est à l'alkali fixe qu'est due la production de l'alkali volatil formé par la réaction du premier sur l'huile, & pour appuyer cette hypothèse, il ajoute que *l'on peut même augmenter beaucoup la quantité de ce sel volatil, en distillant l'huile obtenue de la crême de tartre sur le charbon qu'elle laisse dans son analyse à la cornue.* Il est facile de juger par ce que j'ai rapporté de MM. Wiegleb & Bucquet, que l'alkali fixe n'augmente ici le produit d'alkali volatil qu'en retenant l'acide qui le masquoit. Indépendamment de ce que les Chymistes modernes se sont rendus bien difficiles sur ces sortes de conversions d'une substance en une autre, nous verrons que les nouvelles découvertes sur la nature & les principes prochains de l'ammoniac ou alkali volatil, résistent absolument à cette hypothèse.

Il nous reste maintenant à faire connoître la *liqueur acide* qui s'élève dans la distillation du tartre: elle mérite toute notre attention, non seulement par les vues qu'elle peut fournir pour découvrir la vraie nature de l'*acide tartareux*, mais encore par les propriétés qui la distinguent & qui nous forcent de la considérer dans son état actuel comme un acide de son genre, & de rechercher aussi ses affinités: c'est ce qui me détermine à la traiter séparément.

§. III. *De l'acide tartareux par distillation, ou esprit acide empyreumatique de tartre.*

I. Lemery & Neuman ont retiré 12 onces d'esprit acide de 48 onces de tartre; le premier observe que dans ces 12 onces il y en a 4 de flegme que l'on peut obtenir séparément, en changeant de récipient avant que d'augmenter le feu. M. Spielman assure qu'on n'en retire communément que le sixième de son poids. On sent que ces proportions doivent varier, suivant qu'il se dissipe plus ou moins de vapeurs avec le gas auquel on est obligé de donner issue.

Cet acide n'est pas parfaitement pur; Neuman conseille de le rectifier, en le redistillant seul à un feu très-doux, ou, encore mieux, sur de l'alun calciné. Les académiciens de Dijon ont essayé cette rectification dans une cornue au feu de sable de la manière indiquée par M. Monnet, pour obte-

nir une liqueur citrine, & deux fois il y a eu explosion qui a brisé les vaisseaux. Pour prévenir cet accident, ils avoient eu, la seconde fois, la précaution de ne remplir la cornue qu'au tiers, de séparer d'avance la plus grande partie de l'huile, de ne pas lutter la jointure, & de conduire le feu très-doucement sans placer le reverbère; malgré cela il fut impossible d'achever l'opération : dès qu'une partie du flegme eut passé dans le récipient, la liqueur qui paroissoit tranquille dans la cornue & sans le plus léger frémissement, prenoit tout-à-coup un mouvement qui soulevoit les vaisseaux. Après ce bouillonnement subit & instantané, qui se répéta plusieurs fois, la liqueur redevenoit calme; mais, lorsqu'on s'y attendoit le moins, elle fit éclater encore la cornue. Il n'avoit encore passé dans le récipient que quelques gouttes de liqueur très-claire qui se trouva cependant avoir à un degré assez marqué les caractères acides.

Le phénomène de l'explosion ne pouvant être attribué, dans le cas particulier, ni à la raréfaction du liquide, ni au défaut de condensation des vapeurs qui pouvoient passer librement dans l'atmosphère, ces académiciens ont pensé qu'on ne pouvoit lui assigner d'autre cause que le gas qui se dégage par la décomposition de l'acide, & qui, ne pouvant s'écouler successivement à travers la couche d'huile qui surnage, y demeure comprimé jusqu'à ce que l'effort de dilatation qu'il y éprouve soit devenu capable de vaincre ces obstacles. (*Elémens de Chymie, &c. Tome III, page 56.*)

MM. Spielman & Corvinus croient que cet acide n'a pas besoin de rectification lorsqu'on en a séparé l'huile par le procédé ordinaire, c'est-à-dire, en le passant plusieurs fois à l'entonnoir; mais ayant été témoin des phénomènes d'explosion dont je viens de rendre compte, il m'est impossible de concevoir ce que ces auteurs ajoutent que, si l'on veut le redistiller, cette opération n'exige aucune manipulation particulière, & que l'on ne doit pas craindre la rupture des vaisseaux.

Cet acide fait une légère impression sur la langue; il a une odeur & une saveur empyreumatiques, il n'altère pas sensiblement le sirop de violettes, mais il rougit le papier bleu & l'infusion de tournesol; il fait une effervescence très-marquée avec les méphites alkalins : MM. Spielman & Corvinus disent au contraire qu'il n'en fait aucune avec les alkalis; mais ou leur acide étoit très-foible, ou ils ont employé des alkalis caustiques; car j'ai observé plusieurs fois cette effervescence, & particuliérement avec la liqueur rectifiée qui se trouva dans le récipient après l'explosion de la cornue dont j'ai parlé précédemment. Au reste ces auteurs conviennent qu'il convertit les alkalis en sels neutres, solubles dans l'eau froide, & susceptibles de crystallisation.

L'acide empyreumatique du tartre versé dans la dissolution d'argent y occasionne un précipité grisâtre.

Il ne trouble pas sur-le-champ la dissolution nitreuse mercurielle, mais, au bout de quelques heures, le mercure se trouve précipité sous la forme d'une poudre blanche.

Le sel formé de la combinaison de cet acide avec la potasse est décomposé par l'acide vitriolique à la distillation.

Pott a remarqué que le produit de la distillation de l'acide vitriolique avec le tartre (qui, au mélange près d'un peu d'acide sulfureux, est précisément l'esprit empyreumatique) ne décomposoit pas le muriate calcaire, & précipitoit la dissolution de plomb.

Voilà à-peu-près tout ce que l'on connoit de l'action de ce dissolvant, & on conçoit qu'il seroit bien à desirer que quelque Chymiste portât sur cet objet les mêmes recherches que M. Schrickel a faites sur l'acide retiré du sucre par la distillation (*Voyez* Acide Sirupeux); qu'on essayât de même de le purifier, soit en le redistillant sur l'alumine, ou autre intermède capable de retenir son huile surabondante, soit en le concentrant à la gelée, pour déterminer ensuite son énergie, ses affinités, & sur-tout les rapports & les différences de ses sels avec ceux des acides lignique, sirupeux, & autres acides empyreumatiques connus, de manière à en établir l'identité ou les caractères différentiels : en attendant, je vais proposer ce qui me paroit le plus fondé sur la nature de cet acide.

II. Pott dit précisément dans sa dissertation *sur l'union de l'acide vitriolique avec le tartre*, que l'acide vitriolique mêlé avec deux parties de tartre sec en poudre, ou à parties égales, s'échauffe un peu par l'agitation, forme une poix artificielle; que ce mélange traité à la distillation donne un acide du tartre très-actif & de l'acide sulfureux; enfin, que quand on a pris parties égales d'acide vitriolique & de tartre, il ne passe point d'huile, au lieu qu'il s'en manifeste un peu sur la fin de la distillation, lorsqu'on a employé le double de tartre. M. Monnet rapporte, à l'article *Tartre* de l'ancienne Encyclopédie, que Venel considéroit l'acide obtenu dans cette distillation *comme un acide nitreux qui pouvoit en être retiré immédiatement par un procédé particulier, dans un état pur, nud; ce qui étoit un des faits par lesquels il démontroit le nitre tout entier dans le tartre.*

Je crois inutile de rappeller ici tous les faits décisifs qui démentent cette opinion, qui ne peut avoir été suggérée que par la pré occupation où étoient encore les Chymistes, qu'un acide végétal ne pouvoit être qu'une modification de l'un des acides minéraux : celle de M. Monnet peut bien dériver aussi du même préjugé; mais les expériences sur lesquelles il l'a fondée méritent plus d'attention.

Ce Chymiste pense que c'est l'acide *muriatique* déguisé par la matière muqueuse & huileuse, & voici les preuves qu'il en donne : 1º. il a fait bouillir de l'eau distillée sur le mélange de deux

parties de cryſtaux de tartre, avec une partie de limaille de fer; la diſſolution filtrée & évaporée a laiſſé un ſel métallique déliqueſcent qu'il a décomposé par l'acide vitriolique à la diſtillation, & dont il a obtenu, par ce moyen, une liqueur qui avoit l'odeur d'acide muriatique, qui a formé avec l'alkali végétal une eſpèce de muriate de potaſſe, avec la ſoude un ſel approchant du ſel commun; la diſſolution de ces ſels a précipité le mercure de l'acide nitreux, & ce précipité a donné, par la ſublimation, un ſel mercuriel bien cryſtalliſé.

2°. Ayant diſtillé une livre de cryſtaux de tartre bien purs, & ſéparé avec ſoin toutes les parties huileuſes, il en rectifia le produit par une ſeconde diſtillation, & trouva dans le récipient une liqueur citrine ſurnagée par quelques gouttes d'huile claire, & ayant à ſon fond une groſſe bulle ou ſphère d'huile plus ſombre & plus peſante, qu'il regarda comme approchant de l'état bitumineux à cauſe de ſon union avec une portion d'acide; il combina la liqueur acide avec la potaſſe; cette combinaiſon lui donna un ſel moins bien cryſtalliſé que celui qu'il avoit obtenu des cryſtaux de tartre avec le fer; il le traita de même avec l'acide vitriolique, le produit de l'opération lui parut avoir des rapports encore plus marqués avec l'*acide muriatique*: il forma avec la ſoude un ſel qui reſſembloit beaucoup plus au ſel commun, ce ſel diſſous dans l'eau diſtillée précipita très-bien la diſſolution mercurielle, & le précipité donna un ſublimé fort approchant du muriate mercuriel doux; enfin, mêlé à deux parties d'acide nitreux, il attaqua l'or comme l'eau régale. (*Journ. Phyſ. tom. III, pag. 274.*

Les Chymiſtes ſe ſont empreſſés de répéter des expériences qui paroiſſoient auſſi concluantes; mais il s'en faut beaucoup que les réſultats aient confirmé la conſéquence que M. Monnet en avoit tirée. M. Berthollet aſſure que les nombreuſes combinaiſons qu'il avoit faites avec l'acide du tartre lui avoient offert des ſels bien différens de ceux qui étoient formés de l'acide muriatique. (*Journ. Phyſ. t. VII, p.* 143). Les auteurs des élémens de chymie de l'académie de Dijon, trouvèrent que l'acide provenant de la diſtillation du tartre martial avec l'acide vitriolique avoit une odeur peu différente de celle de l'acide ſulfureux; que cet acide ne donnoit avec les alkalis que des ſels irréguliers, conſervant une ſaveur très-empyreumatique; que les précipités qu'il occaſionnoit dans les diſſolutions d'argent & de mercure ne ſe montroient pas comme de vrais muriates d'argent & de mercure, & que le dernier qui avoit en effet donné un ſublimé s'étoit enſuite laiſſé décompoſer par l'acide vitriolique. Le célèbre Fontana tenta inutilement de faire réuſſir l'expérience de la diſſolution de l'or dans le mélange de cet acide avec l'acide nitreux, & reprit confiance dans les expériences qui lui avoient conſtamment démontré que l'*acide tartareux* étoit d'une nature tout à-fait différente de l'acide muriatique. (*Journ. Phyſ. tom. XII, pag.* 176). MM. Spielman & Corvinus obſervèrent auſſi que l'argent précipité par cet acide ne ſe fondoit pas au feu comme le muriate d'argent; que le ſublimé mercuriel traité à la diſtillation avec l'antimoine (en régule) ne donnoit pas un atome de muriate antimonial, & ils en tirèrent la même conſéquence. M. Schéele, ce Chymiſte ſi habile à démaſquer juſqu'aux plus petites molécules étrangères dans les ſubſtances qu'il analyſe, fut le ſeul qui trouva véritablement de l'acide muriatique dans le tartre, mais il n'adopta pas pour cela le ſyſtême de l'identité de l'acide du tartre avec cet acide. M. Bergman, qui l'avoit engagé à répéter les expériences de M. Monnet, rapporte dans ſes notes ſur les leçons de Chymie de Scheffer (§. 29), qu'il découvrit que l'alkali du tartre contient preſque toujours un peu d'acide muriatique, & que ſi on ſature pluſieurs fois l'acide du tartre diſtillé, avec de nouvel alkali, & qu'on le dégage enſuite par l'acide vitriolique, la quantité d'acide muriatique devient de plus en plus conſidérable: ce qui prouve (ajoute M. Bergman) combien on devroit être en garde pour ne pas ſe laiſſer ſurprendre par ces tranſmutations.

S'il pouvoit, après cela, reſter quelque doute, il ſeroit bientôt levé, en conſidérant avec M. Fontana que cet acide empyreumatique ſaturé d'alkali, & expoſé au feu, ſe réſout totalement en gas méphitique & inflammable: ce n'eſt pas-là le caractère de l'acide muriatique.

Mais s'il eſt facile de prouver que cet acide n'eſt formé d'aucun des acides minéraux, il ne l'eſt pas également de déterminer ſa nature: c'eſt un acide végétal de ſon genre, qui eſt compoſé, comme tous les autres, de l'air vital acidifiant qui ſe manifeſte bien ſenſiblement dans ſa décompoſition par le feu, quoique converti en acide gaſeux, & d'une baſe acidifiable qui conſtitue ſon caractère particulier. Ces principes exiſtans, ſoit dans le moût exprimé, ſoit dans le moût déja altéré par la fermentation ou l'ébullition, on pourroit penſer que c'eſt l'acide propre du tartre, tel qu'il ſe trouve dans les cryſtaux de tartre, ou qu'on l'en dégage en le ſéparant de l'alkali; cependant on a déja pu remarquer qu'il étoit en effet très-différent; on en jugera encore mieux quand nous aurons donné les caractères du véritable acide tartareux libre & de l'acidule tartareux. Il ſuffit d'obſerver ici que l'acide empyreumatique eſt incryſtalliſable, qu'il forme avec le calce un ſel ſoluble, qu'il ne décompoſe pas le muriate calcaire: en voilà bien aſſez pour ceux qui penſent avec nous qu'une ſeule propriété différente bien vérifiée conſtitue un corps différent.

Ces différences ne peuvent venir que de l'altération que l'acide tartareux éprouve par la ſeule action du feu, puiſque le produit de la diſtillation eſt le même avec ou ſans intermède. On a donc ici une preuve bien frappante de ce que nous avons dit pluſieurs fois, que la chaleur changeoit

les produits, & même une occasion de conjecturer avec plus de fondement qu'elle les change en se combinant avec un des principes du composé; car elle est dans ce cas la seule matière qui puisse mettre en jeu de nouvelles affinités. Si le feu ne faisoit que séparer les parties composantes, suivant l'ordre de leur volatilité, elles se recombineroient à la fin dans le récipient; s'il n'y avoit d'autre cause que la dissipation d'une portion de gas, il n'y auroit aussi qu'une portion de la substance primitive altérée, ou, si toute la masse partageoit cette perte, elle seroit disposée à reprendre facilement, par affinité simple, le principe que le feu lui auroit enlevé.

Nous avons vu que cet acide, en s'unissant aux bases terreuses et alkalines, formoit des sels qu'on n'avoit pu jusqu'à présent rapporter à d'autres sels connus: nous les distinguerons sous le titre de tartres empyreumatiques, toujours avec l'expression de la base. *Voyez* TARTRE EMPYREUMATIQUE CALCAIRE, &c.

Je n'ai pas assez d'observations pour donner ici la table des affinités de l'acide empyreumatique du tartre; mais en attendant qu'elles aient été déterminées, je crois qu'on risque peu de se tromper en plaçant les bases dans le même ordre qui est indiqué pour l'acide sirupeux, qui est aussi un acide altéré par l'action de la chaleur, & qui, quoique l'acide propre des sucs sucrés peut très-bien différer de celui qui existe avant qu'ils n'aient éprouvé l'action du feu, comme l'acide tartareux dégagé par la voie humide diffère de celui qu'on obtient par la distillation.

L'acide lignique a encore tant de propriétés communes avec l'acide tartareux empyreumatique, qu'il ne nous manque peut-être que des rectifications plus exactes pour n'en faire qu'un seul & même acide. *Voyez* ACIDE VÉGÉTAL, ACIDE SIRUPEUX, ACIDE LIGNIQUE.

§. IV. *De la décomposition spontanée du tartre.*

Avant que de passer à l'examen de *l'acide tartareux* libre, & même avant que de conclure sur l'analyse du tartre, je dois encore parler de la décomposition spontanée de ce sel dans l'eau, qui est réellement une analyse par une autre voie, & par conséquent fort propre à nous donner de nouvelles lumières.

M. de Machy est le premier qui ait fait mention de ce phénomène: persuadé que l'alkali n'existe pas dans le tartre, que celui qu'on en retire par la calcination ou par le moyen des acides minéraux est un produit de ces opérations, il en chercha la preuve dans l'expérience suivante. Il versa 10 onces d'eau bouillante sur une once de crystaux de tartre; la liqueur refroidie, il couvrit le bocal d'un double papier & d'un parchemin, qu'il perça seulement avec une épingle, & laissa le tout en repos pendant trois mois. Au bout de ce temps, il trouva la liqueur notablement diminuée & pleine d'une mucosité épaisse, tenace, un peu jaunâtre, qui occupoit le tiers du fluide. Cette mucosité enlevée fut essayée avec les acides & les alkalis, elle ne fit point d'effervescence & ne forma point de combinaisons; la soude caustique lui donna, à la vérité, la propriété savonneuse, en la rendant en partie soluble dans l'esprit-de-vin, de sorte que quelques gouttes de cette dissolution spiritueuse versées dans l'eau, lui communiquoient une couleur opale; sa saveur étoit fade, ni alkaline, ni acide; elle ne causa aucune altération au syrop de violettes, ni à l'infusion de tournesol. Une portion de cette mucosité ayant été séchée, elle donna un parchemin sec, cassant & sans saveur. Une autre portion exposée au feu exhala quelque odeur de tartre brûlé, s'enflamma vers la fin, & laissa un peu de terre si légerement alkaline, que M. de Machy ne la reconnut que par le précipité que sa lessive occasionna dans une dissolution de vitriol de magnésie. La liqueur qui contenoit le mucilage étoit rousse & d'une saveur aigrelette; elle fournit par l'évaporation des crystaux informes et peu consistans, qui n'étoient que des crystaux de tartre; enfin l'espèce d'eau-mère qui resta n'étoit nullement alkaline. (*Recueil de Dissertations*, &c. *Paris 1774, pag. 60.*)

Cette expérience a été répétée par MM. Spielman & Corvinus, mais avec quelques changemens dans la préparation, & leurs résultats ont été un peu différens. Ils ont fait dissoudre deux onces de crystaux de tartre dans huit livres d'eau, & ils ont placé cette dissolution dans une étuve où la chaleur n'étoit jamais au-dessous de 10 degrés, & étoit souvent portée jusqu'à 30; à mesure qu'elle se couvroit de mucosité, ils l'enlevoient: au bout de trois mois la plus grande partie de l'eau étant évaporée, ils trouvèrent seulement une moitié du tartre en crystaux, qui, par la couleur & la saveur, se rapprochoient plus du tartre crud que du tartre rafiné. Ces crystaux redissous en grande eau & exposés comme la première fois à la chaleur de l'étuve, il parut bien, au bout de quelques jours, des floccons suspendus dans le liquide; mais ils ne se rassemblèrent pas en pellicule muqueuse, & sembloient plutôt se précipiter. Le tout ayant été encore laissé en repos quelques semaines, sans qu'il y eût autre chose qu'une diminution de la liqueur & une augmentation de couleur, la liqueur fut jettée sur un filtre qui en sépara un peu de substance terreuse, c'est-à-dire, la mucosité même, privée de toute humidité; la liqueur se trouva tout-à-fait alkaline, & fournit, par évaporation, 3 gros d'alkali fixe chargé de couleur brune. (*Analecta de Tartaro* §. X.) Ces auteurs, qui, comme nous l'avons vu, n'admettent pas l'alkali tout formé dans le tartre, concluent que celui-ci est évidemment produit par la fermentation.

Cette décompoſition ſpontanée du tartre, eſt ſans contredit un phénomène très-digne d'attention; & non-ſeulement les expériences que je viens de rapporter ne ſatisfont pas à toutes les queſtions qu'il fait naître, mais elles ſont contraires ſur le point capital de l'alkali mis à nud : en adoptant enfin la dernière obſervation, il reſtoit toujours à ſavoir pourquoi la quantité d'alkali étoit auſſi diſproportionnée avec celle que donne le tartre par la combuſtion, qui va à-peu-près à un tiers de ſon poids. M. Berthollet a ſenti combien il étoit important de revenir ſur cette matière : je vais rendre compte de ſon travail, où l'on reconnoîtra aiſément l'exactitude & la ſagacité de ce célèbre académicien.

« J'ai diſſous (dit-il) deux onces de crême de » tartre dans huit livres d'eau diſtillée, & j'ai » abandonné cette diſſolution, ſimplement cou- » verte d'un papier, à la température naturelle » de mon laboratoire : elle m'a préſenté les ap- » parences décrites par M. de Machy, & non » celles qu'a obſervées M. Corvinus, parce qu'il » s'eſt ſervi d'une chaleur factice, & qu'il enle- » voit la mucoſité à meſure qu'elle ſe formoit. Au » bout de quatre ou cinq mois, la mucoſité étoit » déja abondante; la liqueur étoit rouſſâtre, mais » elle continuoit de rougir le ſirop violat, & » d'avoir une ſaveur acide; la mucoſité alloit en » augmentant, je remplaçai l'eau qui s'évaporoit, » &, après huit à neuf mois, la liqueur com- » mençoit à verdir le ſirop violat, en prenant une » couleur de plus en plus foncée. J'ai laiſſé le vaſe » en repos juſqu'à ce que dix-huit mois ſe ſoient » écoulés; alors, comme depuis quelque temps » je n'obſervois aucun changement dans la li- » queur, je l'ai filtrée; la mucoſité qui paroiſ- » ſoit très-volumineuſe, & qui eſt reſtée ſur le » filtre, s'eſt réduite, par la deſſication, en pel- » licules minces & d'un très-petit poids; elles ſe » ſont embraſées ſans donner de flamme, & ſe » ſont réduites promptement en une cendre qui » a donné des ſignes d'alkalinité.

» La liqueur, qui donnoit tous les indices d'une » forte alkalinité, a laiſſé, par l'évaporation, 6 » gros $\frac{1}{2}$ de réſidu bien ſec, qui avoit le goût de » l'alkali mêlé d'une ſaveur huileuſe très-déſa- » gréable, & qui faiſoit une efferveſcence vive » avec les acides; l'alkali paroiſſoit y être uni à » de l'huile. J'ai eſſayé ſi, par le moyen de l'eſprit- » de-vin, je pourrois ſéparer l'huile; la partie du » réſidu la plus huileuſe s'eſt diſſoute effectivement » dans l'eſprit-de-vin; &, par l'évaporation, elle » a laiſſé un réſidu plus onctueux que le premier; » mais une partie de l'huile eſt reſtée unie avec » l'alkali.

» En combinant une partie du réſidu de la » crême de tartre avec l'acide vitriolique, il s'eſt » ſéparé de cette diſſolution des molécules noires » & concrètes, & la diſſolution a perdu par-là la » plus grande partie de ſa couleur.

» Par la calcination dans un creuſet couvert, » ce réſidu a perdu à-peu-près le douzième de ſon » poids, & il s'eſt changé en alkali charbonneux, » ſemblable à celui qu'on obtient de la diſtillation » du tartre; car, pour faire la comparaiſon, j'ai » diſtillé 2 onces de crême de tartre qui m'ont » laiſſé un alkali charbonneux qui peſoit 6 gros ». (*Mémoires de l'Acad. roy. des S., ann. 1782.*)

M. Berthollet a été fondé à conclure de cette expérience, 1°. que M. de Machy n'a pas retiré de l'alkali, parce que l'acide du tartre ſur lequel il a opéré n'a été décompoſé qu'en partie, & qu'il faut à la température naturelle beaucoup plus de temps qu'il n'en a employé pour la décompoſition complette; 2°. que ſi MM. Spielman & Corvinus n'ont obtenu que moitié de l'alkali qui exiſte dans 2 onces de cryſtaux de tartre, c'eſt qu'en ſéparant la pellicule muqueuſe, à meſure qu'elle ſe formoit à la ſurface, ils ne pouvoient manquer d'enlever en même-temps une portion du tartre qui ſe recryſtalliſoit néceſſairement par les progrès de l'évaporation à la chaleur de l'étuve; 3°. que la quantité d'alkali qui réſulte de cette décompoſition ſpontanée eſt rigoureuſement la même que celle qu'on obtient par la diſtillation des cryſtaux de tartre, & même un peu plus forte que celle que donne la combuſtion à l'air libre, parce que, dans cette dernière opération, il y a toujours un peu de perte; 4°. enfin que dans la décompoſition ſpontanée on retrouve la même huile qu'on obtient par la diſtillation ſous forme empyreumatique, mais qu'elle eſt retenue en partie par l'alkali qui ſe combine avec elle. Au reſte, M. Berthollet croit que cette combinaiſon ne peut pas être appellée exactement ſavonneuſe, parce que l'acide méphitique n'en eſt pas exclus comme dans les véritables ſavons.

Le même académicien a fait, à cette occaſion, pluſieurs autres obſervations qui ne ſont pas moins importantes, pour déterminer la nature du tartre, & pour ſaiſir les caractères qui le diſtinguent d'autres ſubſtances analogues.

Il a tenté la même décompoſition ſpontanée ſur l'acidule oxalin ou ſel d'oſeille, & ſur l'acète de potaſſe ou terre foliée, en ajoutant à ce dernier aſſez de vinaigre diſtillé pour que la liqueur rougît le ſirop de violettes. La diſſolution d'acidule oxalin n'a préſenté en aucun temps, ni même après deux ans & demi, aucun indice d'altération, quoiqu'expoſée de temps en temps à une douce chaleur de bain de ſable.

Il n'en a pas été de même de l'acète de potaſſe: en moins de deux mois, la diſſolution d'une once de ce ſel a perdu l'odeur acéteuſe, ſa couleur s'eſt foncée conſidérablement, elle a verdi le ſirop de violettes, & il a commencé à ſe former à la ſurface une eſpèce de moiſiſſure, qui eſt allée en augmentant pendant quatre mois. Depuis ce terme la propriété de verdir le ſirop violat n'a plus augmenté,

augmenté, & la couleur ne s'est plus foncée. La liqueur ayant été filtrée & évaporée au bout d'un an révolu, elle laissa après une sorte de dessiccation, 6 gros d'alkali fixe très effervescent, qui donnoit peu de couleur aux acides avec lesquels on le combinoit, & qui, par la calcination, ne devenoit que légèrement charbonneux. La mucosité qui paroissoit très-volumineuse ne forma qu'un très-petit volume lorsqu'elle eût été desséchée. Une once du même sel a laissé par la distillation 6 gros & demi d'alkali très-charbonneux ; ce qui fait croire à M. Berthollet, que, dans la décomposition spontanée, une portion considérable de la partie huileuse du vinaigre est elle-même décomposée ; au-lieu que dans la distillation elle est retenue par l'alkali & réduite en charbon.

On pouvoit imaginer que dans cette opération, il se dégageoit quelque fluide élastique, comme lors de la décomposition par le feu ; M. Berthollet a encore interrogé l'expérience sur ce fait important : il a mis dans un bocal une dissolution de demi-once de crystaux de tartre dans deux livres d'eau distillée ; il l'a bouché exactement ; il a adapté au bouchon un siphon recourbé, qui s'engageoit sous un autre bocal plein d'eau & renversé dans une cuvette, placée elle-même sous une cloche de verre, pour la défendre de la poussière ; il a procédé comparativement sur l'acidule oxalin & sur l'acète de potasse dans des appareils semblables : mais, au bout de deux ans, aucune de ces dissolutions n'avoit donné la moindre apparence de produit gaseux ; l'acidule oxalin n'étoit nullement altéré, les dissolutions de tartre & d'acète de potasse avoient, à leur surface, une mucosité pareille à celle qu'elles avoient donné à l'air libre, il n'y avoit de différence qu'en ce que la décomposition n'étoit point achevée ; d'où il suit qu'elle a lieu sans le contact de l'air, & qu'elle s'opère seulement plus lentement.

Que devient donc, dans cette décomposition, la prodigieuse quantité de gas dans lequel se résout l'acide du tartre lors de sa distillation ? C'est avancer la science que de proposer de pareilles questions ; &, sous ce point de vue, je regarde le fait observé par M. Berthollet, comme un de ces phénomènes que la nature nous offre de temps en temps pour nous ramener au doute, & en mettant en défaut nos théories, nous préparer de nouvelles découvertes. Ce célèbre Chymiste, après avoir donné l'aveu qu'il ne sçavoit quelle combinaison avoit pu former, dans cette expérience, le gas que fournit l'acide du tartre décomposé par le feu, a ajouté en note : *Depuis les expériences importantes de MM. Cavendish, Monge & Lavoisier sur la formation de l'eau par la combustion de l'air vital & du gas inflammable, il me paroit probable qu'il se passe ici quelque chose de semblable.*

J'ai fait voir à l'article AIR VITAL, que cette hypothèse de la production artificielle de l'eau, étoit encore fort éloignée du dégré d'évidence que l'on est en droit d'exiger pour l'analyse d'un élément ; & la méthode rigoureuse des Chymistes modernes ne leur permet pas de regarder comme une explication satisfaisante, celle qui n'est fondée que sur un systême, qui a lui-même besoin de preuves, ou plutôt qui est susceptible de grandes difficultés. Mais pour me renfermer dans les vues que présente l'observation de M. Berthollet, il me paroit qu'avant de chercher la solution du problême, il seroit important de revoir cette décomposition, de manière à écarter toutes les circonstances qui peuvent en imposer, à circonscrire les conditions dans lesquelles elle se produit, & à en déterminer tous les effets. Je voudrois donc qu'au-lieu de fermer simplement les appareils par l'eau d'une cuve pneumatique, (qui, comme l'on sçait, est sujette à absorber & à transmettre certains gas) ou même de boucher les vaisseaux avec des luts, du liège ou autres matières semblables, on se servît de matras fermés hermétiquement, comme je l'ai fait dans mes essais sur la décomposition spontanée de l'hépar de souffre (*Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE) : que l'on mît, par exemple, dans un de ces matras A, une dissolution d'une certaine quantité de crystaux de tartre dans l'eau distillée, de manière qu'il restât le moins d'espace possible entre la surface de la liqueur & la pointe tirée à la lampe, & qu'après l'avoir pesé, et marqué sur le col le point de niveau du liquide, on le plaçât à l'ombre ; qu'un autre matras B, absolument pareil, fût exposé à la lumière du jour ; que, dans un matras C, beaucoup plus grand, toujours fermé hermétiquement, on mît la même quantité de pareille dissolution ; que l'on mît encore cette dissolution (toujours à même dose) dans un matras D, dont la capacité fût telle qu'il pût tenir avec elle deux ou trois fois plus d'air commun que le précédent ; que la même quantité de dissolution fût renfermée dans un matras E, rempli d'avance d'air vital & ensuite fermé à la lampe avec les précautions nécessaires pour qu'il y eût le moins possible de mélange d'air commun ; enfin, qu'un sixième matras F fût mis absolument dans la même condition, à la différence qu'il auroit été d'abord rempli de gas acide méphitique.

Ces matras ayant été gardés à une température à-peu-près égale pendant un an, ou seulement jusqu'à ce qu'on n'observe plus aucun progrès d'altération, on pourra juger facilement & avec bien plus de certitude, 1°. si cette décomposition spontanée s'opère réellement sans le concours de l'air ; 2°. si elle se fait en raison de la quantité d'air renfermé avec la dissolution ; 3°. si cet air n'éprouve lui-même aucune altération ; 4°. si la décomposition a lieu dans le gas non-respirable, comme dans l'air vital et l'air commun ; 5°. s'il n'y a réellement aucun changement, ni de poids, ni de volume dans les matières ; 6°. enfin, si la lumière a quelque part à cet effet ? Je regrette

de ne pouvoir, en ce moment, m'occuper de ces préparations, pour les confier au travail lent de la nature & attendre l'évènement; il ne servira pas seulement à déterminer, d'une manière plus précise, la vraie composition des acides végétaux, il contribuera de plus à répandre des lumières sur quelques parties encore obscures de la Chymie des gas.

Cependant nous pouvons conclure, dès-à-présent, que le tartre est véritablement un sel neutre avec excès d'acide, qu'il tient, à-peu-près, $\frac{1}{4}$ de potasse, qu'on peut retirer par le feu, par les acides & par la décomposition spontanée; que son acide tient essentiellement une portion d'huile assez considérable; que par l'action du feu il se résout absolument en gas méphitique & inflammable; qu'il se détruit à la longue complettement dans la dissolution aqueuse, ne laissant de résidu sensible, qu'une pellicule muqueuse; qu'à la chaleur de la distillation, il abandonne l'alkali, se décompose en partie, en fournissant de l'huile et beaucoup de gas acide méphitique, & s'élève en partie en état d'acide empyreumatique, ayant des propriétés & des affinités différentes; qu'il se rapproche sensiblement de l'acide acéteux, qui éprouve comme lui la décomposition spontanée; en un mot, qu'il diffère essentiellement de l'acide oxalin, en ce que celui-ci est bien moins chargé d'huile, qu'il ne se décompose pas dans sa dissolution aqueuse, & passe à la distillation sans s'altérer.

Je ferai voir ailleurs que l'acide du tartre est encore très distinct des acides citronien & saccharin, qu'il n'y a actuellement ni acide saccharin dans le tartre, ni acide tartareux dans le sucre, & que les Chymistes qui ont admis la conversion de l'un en l'autre, sans nouvelle composition, n'ont été conduits à cette hypothèse, que parce qu'ils n'ont pas vu que le sucre ne fournit réellement à la composition de l'acide saccharin qu'une substance qui existe dans sa partie huileuse, & qui se rencontre dans bien d'autres huiles. (*Voyez* ACIDE VÉGÉTAL & ACIDE SACCHARIN, §. V.)

Pour ce qui est de la terre, que quelques-uns ont trouvée dans le tartre, & à laquelle ils ont attribué l'indissolubilité de ce sel, il est certain, comme le dit M. Pæcken, que ce n'est qu'un mélange étranger qui peut y être porté d'autant plus aisément, même dans les opérations par lesquelles on le purifie, qu'il dissout très-bien la terre alumineuse.

Il ne nous reste plus qu'à considérer l'acide du tartre, soit libre, soit en partie saturé par la potasse, et ses affinités dans ces deux états.

§. V. *De l'acide tartareux libre.*

Il ne paroit pas que personne ait obtenu l'acide tartareux libre avant M. Schéele, il communiqua son procédé à M. Retzius qui le publia dans les Mémoires de Stockolm en 1770.

On fait dissoudre 2 livres de crystaux de tartre dans l'eau bouillante, on y jette peu-à-peu de la craie lavée, séchée et réduite en poudre, jusqu'à ce qu'elle n'occasionne plus d'effervescence, & que la liqueur n'altère plus en rouge le sirop de violettes. M. Pæcken en employe pour cela 9 onces, M. Bergman seulement 8 onces 5 gros $\frac{1}{2}$; on sent que cela doit varier, suivant la pureté & le degré de dessiccation de la craie.

La saturation faite & la liqueur refroidie, on la décante sur un filtre, pour séparer le précipité pulvérulent qui s'y est formé; ce précipité est un sel insoluble, composé de l'acide tartareux & de calce, c'est-à-dire, du tartre calcaire; lorsqu'il a été lavé et séché, il a l'apparence d'un sable blanc très fin, il craque sous les dents & ne manifeste aucune saveur; il pèse de 32 à 33 onces, c'est-à-dire, près de quatre fois autant que la craie. La liqueur filtrée tient environ moitié, du poids du tartre employé, de tartre de potasse, ou sel végétal, que l'on peut en retirer par l'évaporation.

On met le tartre calcaire bien lavé dans une grande cucurbite, et on verse dessus un mélange de 9 onces $\frac{1}{2}$ d'acide vitriolique le plus concentré avec 5 livres 5 onces d'eau; on fait digérer le tout pendant douze heures, en observant de remuer de temps en temps avec une spatule de bois: l'acide vitriolique s'empare de la terre calcaire, forme avec elle un sel peu soluble qui se précipite, & l'*acide tartareux* reste libre.

On décante la liqueur, on lave le résidu dans plusieurs eaux froides jusqu'à ce qu'il ait perdu toute saveur acide; on réunit toutes les eaux à la liqueur pour les faire passer par le filtre, on les fait évaporer sur le feu; & on obtient environ onze onces d'*acide tartareux* concret.

Pour qu'il ne reste point d'acide vitriolique dans la liqueur, M. Pæcken conseille d'en employer plutôt trop peu que trop, parce qu'on ne risque alors que de laisser une portion de tartre calcaire non décomposé, mêlé avec la sélénite; & l'on reconnoit que l'on a atteint ce but en projettant sur les charbons un peu de ce précipité séléniteux qui, dans ce cas, répand une odeur de tartre brulé.

MM. Retzius & Bergman indiquent une autre manière de s'assurer si l'*acide tartareux* n'est pas mêlé d'un peu d'acide vitriolique. Elle consiste à y laisser tomber une ou deux gouttes de dissolution d'acète de plomb ou sucre de saturne qui y forment sur-le-champ un coagulé blanc, parce que l'*acide tartareux* lui-même s'empare de la chaux de plomb & se précipite avec elle; mais en ajoutant du vinaigre dans le mélange, on fait disparoitre tout le coagulé si ce n'est que du tartre de plomb, au lieu que s'il s'est formé du vitriol de plomb il demeure insoluble. M. Retzius avoit d'abord pro-

posé de redissoudre ce précipité par l'acide nitreux, mais il ne tarda pas à reconnoitre que cette épreuve étoit moins sure que celle par l'acide acéteux, en ce que l'acide nitreux, sur-tout lorsqu'il y en a une certaine quantité, peut dissoudre un peu de vitriol de plomb.

On purifie aisément l'*acide tartareux* de l'acide vitriolique que cette épreuve y fait découvrir en le faisant digérer sur un peu de tartre calcaire.

Si, au lieu de craie, on emploie de la chaux vive pour obtenir l'*acide tartareux*, elle décompose complettement le double de son poids de tartre, & l'on trouve par conséquent l'alkali libre dans la liqueur, au lieu de tartre de potasse comme dans la première opération. Cette difference vient de ce que la chaux prend non-seulement l'acide surabondant à la saturation, mais aussi celui qui est en combinaison avec la potasse, ce que ne fait pas le méphite calcaire.

L'*acide tartareux* obtenu par l'un ou par l'autre de ces procédés, purifié de tout mélange de sélénite par des évaporations & filtrations répétées, essayé, comme je l'ai dit, par l'acète de plomb, doit être redissous & évaporé avec précaution, pour être réduit en crystaux, soit pour l'amener encore à une plus grande pureté, soit pour le conserver. M. Retzius dit précisément que sans cela il est très-sujet à la moisissure, c'est-à-dire, qu'il éprouveroit une décomposition spontanée comme le tartre même; j'ai lieu de croire cependant que cela n'arrive que quand la liqueur est très-étendue, car je conserve depuis trois ans un flacon à demi rempli de cet acide qui n'a éprouvé aucune altération; à la vérité, sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée : : 1 : 1,084, & il s'y forme spontanément des crystaux.

M. Bergman conseille d'évaporer la liqueur en consistance de sirop clair, & de la porter au frais pour obtenir des crystaux réguliers; suivant M. Pæcken, il suffit de conduire doucement l'évaporation, & quand on opère sur une certaine quantité, on voit bientôt se former des crystaux assez gros & réguliers.

La figure de ces crystaux n'a pas encore été bien déterminée; M. Retzius les décrit comme des cheveux entrecroisés, M. Pæcken dit qu'ils présentent différentes formes, que cependant ce sont le plus souvent des prismes allongés en pointes; MM. Spielman & Corvinus ont obtenu par refroidissement des crystaux groupés en forme de lances, les uns en aiguilles, les autres en pyramides; M. Bergman les représente comme des feuillets assemblés par une de leurs extrémités & divergens. Les crystaux que j'ai trouvés dans un flacon où je conservois cet acide étoient comme des aiguilles.

Les premiers crystaux sont très-blancs, ceux qui se forment les derniers sont plus ternes; M. Wiegleb assure qu'ils sont tous de la plus grande blancheur, si, dans la décomposition du tartre, on substitue à la craie des écailles d'huitre bouillies & reduites en poudre.

Les crystaux d'*acide tartareux* n'éprouvent aucun changement à l'air; exposés au feu, ils noircissent bientôt & laissent un charbon spongieux qui blanchit à un plus grand feu, & diminue considérablement de volume.

Au feu du chalumeau, cet acide se fond tout de suite à l'approche de la flamme extérieure, il se boursouffle, il noircit, il produit de la fumée & une flamme bleue, il laisse enfin un charbon spongieux qui se change en une cendre calcaire. Pour bien observer ces effets, il faut que la combustion s'opère lentement par la partie la plus foible de la flamme (*Bergman, opusc. tome II, page 471, édit Fr.*)

Ces crystaux traités à la distillation dans une cornue donnent un peu de flegme à peine acide & de l'huile; le résidu charbonneux tient une petite portion de terre, mais on n'y trouve pas un atome ni d'acide ni d'alkali. M. Bergman de qui j'emprunte encore cette observation, ne paroît pas avoir fait l'examen de ce flegme acidule, sans doute parce qu'il avoit opéré sur une trop petite quantité, mais il n'y a pas de doute que le peu d'acide qu'il receloit n'étoit plus l'*acide tartareux*, mais l'acide empyreumatique du tartre, dont j'ai parlé dans le §. 111.

MM. Spielman & Corvinus ont distillé à l'appareil pneumatique deux onces de crystaux d'*acide tartareux* dans une cornue de verre, ils ont obtenu d'abord 431 pouces de gas acide méphitique, ensuite 120 de gas inflammable; la cornue qui se fondit alors par la violence du feu ne leur permit pas de continuer l'opération, mais c'en étoit assez pour les autoriser à conclure qu'il y a peu de différence dans les quantités de produits gaseux que donnent le tartre crud & l'*acide tartareux* crystallisé; elle ne peut venir en effet que de la proportion même de l'*acide tartareux* qui s'y trouve, puisque c'est toujours lui qui se résout en gas & que l'alkali n'y a aucune part. L'odeur de souffre que ces chymistes ont remarquée dans le résidu de cette distillation étoit due infailliblement à un reste de vitriol de potasse, dont leurs crystaux se trouvoient accidentellement chargés, &, comme le dit très-bien M. Léonhardi, c'est encore ce mélange étranger qui leur en a imposé, lorsqu'ils ont cru que la petite portion de vitriol de potasse trouvée dans le résidu de la distillation de l'*acide tartareux* avec l'acide vitriolique, venoit de la conversion du premier en alkali.

Il résulte de ces observations que l'*acide tartareux* libre est aussi chargé d'huile que lorsqu'il est en partie saturé d'alkali dans le tartre, & c'est une nouvelle preuve de ce que j'ai dit, que cet acide étoit absolument le même. Ce seroit donc une particularité remarquable que cet acide traité avec

l'acide nitreux ne donnât point d'acide saccharin, puisque celui-ci se forme, comme je le ferai voir ailleurs de la combinaison de l'air acidifiant du nitre avec un principe qui paroît appartenir à toutes les huiles; cependant M. Bergman assure qu'il n'a pu réussir dans cette opération, ni même priver l'acide tartareux de sa portion huileuse au point qu'il ne noircit plus au feu. Il est probable que ce grand chimiste n'a pas employé une quantité suffisante d'acide nitreux pour décomposer toute l'huile de l'acide tartareux, & qu'il a été trompé par le charbon que donnoit la portion de cet acide qui n'avoit reçu aucune altération. M. Hermstadt ayant traité à la distillation 480 grains de crystaux d'acide tartareux, avec quatre fois autant d'acide nitreux, dont la pesanteur spécifique étoit 1,465 & reversé sur le résidu encore 960 grains de même acide nitreux, il obtint par la crystallisation 42 grains de crystaux prismatiques, qui avoient absolument toutes les propriétés de l'acide saccharin. Une autrefois, il fit passer en deux distillations sur 360 grains d'acide tartareux concret six fois autant d'acide nitreux, & il eut 560 grains d'acide saccharin crystallisé *Crell, neuest, entdeckung part. IX, page 19.* Je ne parle pas des expériences dans lesquelles M. Hermstadt a fait entrer des mucilages, comme devant servir à augmenter l'action de l'acide nitreux sur l'acide du tartre, puisque l'on sait maintenant que la gomme & les autres substances analogues fournissent d'elles-mêmes la base acidifiable de l'acide saccharin. Je me suis déjà expliqué sur les conséquences qu'il tire de ces expériences pour la conversion des acides acéteux, tartareux & saccharin, l'un en l'autre.

L'*acide tartareux* se dissout dans l'eau plus facilement & en bien plus grande quantité que le tartre, on peut en juger par la pesanteur spécifique de la dissolution employée par M. Bergman à ses essais sur l'antimoine, elle étoit à l'eau distillée : : 1230 : 1000. Comme ses crystaux tiennent à quantité égale bien plus d'huile que le tartre, qui n'est que le même acide en partie neutralisé par l'alkali, on voit jusqu'à quel point s'égaroient ceux qui avoient jugé sur de prétendues analogies, que c'étoit la partie huileuse abondante dans le tartre qui causoit son indissolubilité; ce n'est pas non plus la base alkaline qui communique cette propriété, indépendamment de ce qu'elle ne l'a point elle-même lorsqu'elle est seule, on en a la preuve en ce que le tartre de potasse ou acide tartareux saturé d'alkali végétal est lui même très-soluble. Mais si dans une dissolution de ce sel, on ajoute un peu du même acide par excès, il se précipite sur-le-champ du vrai tartre régénéré, c'est-à-dire, qu'il se forme un sel imparfaitement saturé d'alkali & insoluble. D'où il suit que cette propriété n'appartient réellement ni à l'acide seul, ni à l'alkali, ni à ces deux substances dans l'état de saturation complette, mais uniquement à cet état de saturation imparfaite. Cet exemple où toutes les vraisemblances se trouvent démenties par le fait, doit servir à nous mettre en garde contre le penchant qui nous entraîne à vouloir borner les forces de la nature aux seuls effets qui nous sont familiers : ici la portion neutralisée s'engage comme base avec l'acide excédent, il résulte un autre sel qui a d'autres propriétés.

Le phénomène de la reproduction d'un vrai tartre dans ces circonstances, met le sceau à la démonstration de l'existence de l'alkali tout formé dans ce sel, on a désormais sur ce point toutes les preuves d'analyse & de synthèse que l'on pouvoit desirer : l'acide tartareux libre est bien le même qui existoit dans le tartre crud, puisqu'il suffit de l'y porter à même dose pour le régénérer; cet acide exposé au feu ne donne pas un atome d'alkali, l'alkali n'est donc pas le produit de sa combustion : l'alkali que l'on fait entrer dans la composition de ce tartre artificiel y est tout aussi masqué que dans le tartre naturel; en rompant par quelque moyen que ce soit l'union de ces principes, le chymiste retrouve précisément l'alkali qu'il y avoit mis; en appliquant les mêmes moyens au tartre naturel, il découvre celui que la nature y avoit placé; la présence de l'alkali tout formé est donc tout aussi évidente dans l'un que dans l'autre.

L'*acide tartareux* a une saveur très-piquante; il altère en rouge l'infusion de tournesol, le sirop de violettes, & même à un certain point le papier à sucre.

Il attaque avec effervescence les méphites terreux & alkalins & forme avec les terres des sels peu solubles, avec les alkalis des sels crystallisables non déliquescens. *Voyez* Tartre calcaire, tartre de soude, &c. &c. Il dissout très-facilement l'alumine, la dissolution est claire, même avec excès d'acide, & laisse par l'évaporation une masse gommeuse.

Il forme avec l'alkali volatil caustique un sel qui, suivant l'observation de M. Retzius devient presque aussi peu soluble que le tartre, lorsqu'il y a excès d'acide. *Voyez* Tartre ammoniacal.

Cet acide n'attaque ni l'*or*, ni la *platine*, ni l'*argent* en masse, mais il s'unit facilement à leurs chaux; il éteint le *mercure* que l'on broye avec lui, & produit une espèce d'éthiops ou de poudre noire; il se combine très bien avec sa chaux par la digestion. *Voyez* Tartre d'argent, tartre mercuriel, &c. &c.

Il n'a que très-peu d'action sur le *cuivre* en état de métal, il prend avec sa chaux une couleur verte. Il n'agit pas directement sur le *plomb* ni sur l'*étain* à moins qu'ils n'aient été privés d'une portion de leur phlogistique. Digéré sur le minium, il lui enlève sa couleur. Il dissout le fer avec une lente

effervescence. *Voyez* TARTRE DE CUIVRE, TARTRE DE PLOMB, &c.

Il ne touche presque pas à l'*antimoine* (en régule) même à l'aide de la chaleur; il n'a qu'une foible action sur quelques-unes de ses chaux, mais il s'unit facilement au verre d'antimoine & à la poudre d'algaroth; le *zinc* est de tous les demi-métaux celui qu'il attaque le plus vivement; il n'agit pas mieux sur le *bismuth* que sur le plomb, un peu plus sur le *cobalt* & l'*arsenic*; il ne touche presque pas au *nickel*; son action n'a pas été essayée sur la *manganèse*, on sait seulement qu'à l'aide de la chaleur, il forme avec sa chaux noire une dissolution limpide, & qu'il en dégage l'air vital au moyen du phlogistique qu'il lui fournit de sa propre substance, (*Schéele, Edit Fr. tom. 11, page 75*). Il faut voir sur les propriétés de ces combinaisons, les articles TARTRE AMMONIACAL, TARTRE DE ZINC, &c. &c.

M. Bergman dans la première édition de sa table des affinités, avoit placé le barote avant le calce, & les alkalis fixes avant le calce & la magnésie, dans la colonne de l'acide tartareux, voici l'ordre dans lequel sa nouvelle table indique toutes les bases.

Le calce.
Le barote.
La magnésie.
La potasse.
La soude.
L'ammoniac.
L'alumine.

Les chaux {
De zinc.
De fer.
De manganèse.
De cobalt.
De nickel.
De plomb.
D'étain.
De cuivre.
De bismuth.
D'antimoine.
D'arsenic.
D'argent.
De mercure.
D'or.
De platine.
}

L'eau.
L'esprit-de-vin.
Le phlogistique.

Il ne peut être question des affinités de cet acide par la voie sèche puisqu'il se decompose à la chaleur de la distillation.

Quoique cet acide ait moins d'affinité avec les alkalis fixes que les acides vitriolique, nitreux & muriatique, cependant, si on verse quelques gouttes de cet acide dans des dissolutions concentrées de vitriol de potasse, de nitre, ou de muriate de potasse, on voit bientôt se précipiter du vrai tartre régénéré; ce phénomène, qui n'a pas lieu avec le nitre de soude, non plus qu'avec le sel commun, ne dépend pas du degré d'affinité, mais de la disposition de l'acide tartareux à se combiner par excès avec l'alkali végétal déjà saturé, (*Bergman des attractions électives* §. *IX*).

Il enlève le calce aux acides nitreux, muriatique, formicin, phosphorique & acéteux.

Il céde la magnésie aux acides fluorique, saccharin, phosphorique, vitriolique, nitreux & muriatique.

Il décompose le nitre alumineux.

Il ne trouble pas la dissolution régaline de l'or, ni la dissolution nitreuse d'argent. Il prend le mercure à l'acide nitreux, mais non à l'acide muriatique.

Il ne trouble pas les dissolutions nitreuse & muriatique du cuivre; mais, au bout d'un certain temps, M. Pæcken a vu, au fond du mélange de petits crystaux verds irréguliers.

Il cede le plomb à l'acide vitriolique; M. Paecken dit qu'il en est de même, par rapport à l'acide muriatique, & critique, en conséquence, M. Retzius d'avoir placé ce dernier acide au nombre de ceux qui pouvoient servir à éprouver la pureté de l'acide tartareux en dissolvant le tartre de plomb sans le décomposer; mais l'illustre Bergman donne pour très-certain dans la dernière édition de sa dissertation sur les attractions électives (§. 59), que l'acide tartareux déplace le plomb de sa combinaison avec l'acide muriatique, & je puis d'autant moins en douter, que j'ai plusieurs fois démontré aux cours de l'academie que l'acide tartareux pur versé dans une dissolution de muriate de plomb la rendoit sur-le-champ laiteuse. Il est sûr qu'il enlève ce métal aux acides nitreux & acéteux.

Versé dans la dissolution de vitriol de mars, il n'y produit d'abord aucun changement; mais, ayant fait évaporer la moitié de la liqueur, M. Retzius a observé qu'il se formoit à la surface des crystaux lamelleux, qui lavés & sechés, avoient une saveur martiale, répandoient en brûlant une odeur de tartre, ne se dissolvoient que difficilement dans l'eau, & ne donnoient point de bleu de prusse avec la liqueur prussique, à moins qu'on n'y ajoutât de l'acide nitreux. (*Voyez* TARTRE MARTIAL). Il est évident que l'acide tartareux n'a pris dans cette opération, que la chaux de fer qui se sépare ordinairement du vitriol, par l'action de l'air & de la chaleur.

Il laisse aller l'antimoine aux acides sébacé, muriatique, saccharin, vitriolique & nitreux.

Il s'empare du bismuth, lors même qu'on le porte en état concret dans sa dissolution nitreuse.

Il enlève le zinc aux acides acéteux, arsénical, & même à l'acide phosphorique.

On a peu examiné l'action de ces acides sur les huiles; il y a lieu de croire qu'elle seroit bien foible, vu la quantité d'huile qui entre dans sa composition & la facilité avec laquelle il se détruit au feu. M. Berthollet observe que c'est une différence à ajouter à celles qui forment les caractères distinctifs, de l'acide oxalin & de l'acide tartareux, que le premier avec les huiles donne une espèce de savon acide. A la vérité, ces expériences n'ont pas été faites sur les acides libres, mais M. Berthollet ne paroît attribuer l'action du sel d'oseille qu'à son acide même, puisqu'il considère le produit comme analogue aux savons acides. (*Mémoires de l'académie*, *année* 1782)

On verra aux articles ALCOHOL & ETHER, comment cet acide est dulcifié par l'esprit de vin, & ce que l'on doit penser des expériences par lesquelles quelques chymistes ont cru l'avoir porté à la combinaison éthérée.

§. VI. *De l'acidule tartareux*, *vulgairement crême de tartre*.

Il a été bien démontré par tout ce qui précède, que l'acidule tartareux, ou tartre raffiné, étoit un tartre de potasse avec excès d'acide. Il ne s'agit donc plus que de considérer ses propriétés comme dissolvant, & d'indiquer son action sur les différentes bases.

L'acidule tartareux a une saveur moins piquante que l'acide tartareux pur, mais pourtant encore sensiblement acide; il rougit le sirop de violettes & l'infusion de tournesol.

Ce sel est, comme je l'ai dit, très peu soluble dans l'eau, elle n'en prend suivant M. Wenzel, que le trentième de son poids, même à la chaleur de l'ébullition. Les chymistes se sont appliqués dans tous les temps à le rendre plus soluble, sans changer ses propriétés, pour l'usage de la médecine. Lemery avoit observé que le borax rendoit le tartre beaucoup plus soluble, il dit expressément, dans un mémoire inséré dans le recueil de l'académie pour 1728, que deux onces de borax mêlées avec quatre onces de crême de tartre en poudre & bouillies pendant un quart d'heure dans douze onces d'eau s'y dissolvent paisiblement, & ne se crystallisent pas en refroidissant. La même année, le Febvre médecin à Uzès, avoit communiqué à cette compagnie une pareille observation, & remarqué que chacun de ces deux sels se fondant difficilement dans une quantité donnée d'eau, s'y dissolvoient très-promptement lorsqu'ils étoient réunis. Ce procédé a été tout nouvellement annoncé au public comme très-avantageux, & il est bien vrai que l'addition d'un cinquième seulement de borax suffit pour rendre les deux sels solubles & même incrystallisables: c'est la proportion indiquée par M. Bergius, (*nova acta nat. cur. tome IV*, *page* 95). Mais je ne sais si cet auteur, ainsi que les pharmaciens qui ont depuis recommandé cette préparation dans quelques feuilles périodiques, se sont bien rendu compte de ce qui se passoit dans le mêlange: il est certain que l'acide tartareux a plus d'affinité avec les alkalis que l'acide Boracin ou sel sédatif; le premier doit donc s'emparer non-seulement de la base alkaline que le borax du commerce tient toujours par excès, mais même de la portion nécessaire à la saturation de l'acide boracin; & comme le tartre trisule de soude qui résulte de cette décomposition est très-soluble, comme l'acide boracin libre lui-même se dissout dans vingt fois son poids d'eau froide, & que cette solubilité peut très-bien être augmentée de quelque chose par la présence d'un autre sel, il n'est pas étonnant que tout reste dissous. Je n'entreprendrai pas de déterminer les vertus médicinales d'une dissolution ainsi composée, je crois seulement devoir observer que ce n'est plus l'acidule tartareux qu'on administre, mais un mêlange de tartre trisule de soude & d'acide boracin; en effet, on obtient une liqueur qui a absolument les mêmes propriétés en mêlant des dissolutions faites séparément de l'un & de l'autre de ces sels.

En faisant dissoudre quatre gros d'acidule tartareux dans quatre onces d'eau bouillante & y ajoutant un gros d'acide boracin, ainsi que M. de Lassone la proposé dans les mémoires de l'académie des sciences de 1755, on est sûr du moins qu'il n'y a aucune décomposition, & on ne risque que d'augmenter un peu l'acidité; la propriété de cette dissolution de ne pas crystalliser même par l'évaporation & de ne laisser qu'une masse gommeuse, annonce plutôt une interposition de parties sans affinité réelle, qu'une vraie saturation respective. *Voyez* CRYSTALLISATION.

On a encore proposé le sucre dans la même vue de procurer une dissolution plus chargée d'acidule tartareux; son effet n'est pas, à beaucoup près aussi considérable, mais il a l'avantage d'être moins cher, & comme il ne sert réellement qu'en augmentant la densité du fluide dissolvant, il ne peut guère altérer les vertus du médicament.

L'acidule tartareux agit sur les terres & les alkalis comme l'acide libre, mais il faut distinguer avec soin les produits qui, suivant les circonstances, se trouvent des sels doubles ou des sels triples. Par exemple, lorsqu'on jette de la craie dans une dissolution d'acidule tartareux dans l'eau bouillante, il y a une vive effervescence, & on trouve après qu'elle a cessé deux sels doubles, l'un est le tartre calcaire qui se précipite comme insoluble, l'autre est le tartre de potasse qui reste dans la liqueur. Si on jette dans une pareille dissolution de la chaux vive, tout l'acide tartareux passe à l'état de tartre calcaire. & la liqueur ne contient plus qu'un alkali libre. Il y a long-temps que Neuman

a observé qu'il en étoit de même avec l'eau de chaux, quoique la petite quantité de terre qu'elle contient semble ne devoir saisir au premier instant que l'acide surabondant, & former un trisule en s'unissant au sel neutre alkalin.

Lorsqu'on sature d'alkali végetal la même dissolution d'acidule tartareux, on n'a encore qu'un sel double composé d'un acide uni à une seule base. *Voyez* TARTRE CALCAIRE, TARTRE DE POTASSE.

Il n'en est plus de même lorsqu'on sature cette dissolution avec l'alkali minéral ; comme il ne déplace pas la potasse qui existe déja dans l'acidule tartareux, il en résulte un trisule ou sel à deux bases, c'est celui qui est connu sous le nom de sel seignette, & que j'appelle TARTRE TRISULE DE SOUDE.

L'acidule tartareux s'unit avec effervescence à l'alkali volatil, & forme aussi un sel tres-différent de la combinaison directe de l'acide libre avec cette base. *Voyez* TARTRE TRISULE AMMONIACAL.

On voit donc ici les bases se partager, pour ainsi dire, en deux classes ; les unes qui, comme la soude sont reçues en second ordre avec la base naturelle de l'acidule ; les autres, qui, comme le calce, se refusent à cette concurrence, même dans le cas où une portion de l'acide reste en combinaison avec cette base naturelle, & où l'on ne peut dire conséquemment que c'est par la supériorité d'affinité qu'elle s'empare de la totalité de l'acide. Il seroit très intéressant d'examiner jusqu'à quel point on peut saturer l'acide surabondant sans décomposer le sel neutre, & de déterminer sur-tout les cas où cette décomposition n'est qu'une précipitation opérée par la nouvelle base que l'on présente à l'acide en quantité suffisante pour le saturer. On trouveroit probablement que le *barote* se comporteroit comme le calce, mais il pourroit arriver qu'une juste dose de *magnesie* ne fit que s'unir à l'acidule sans chasser sa base naturelle.

L'acidule tartareux dissout, sans se décomposer, l'*alumine* ou terre de l'alun & forme avec elle un sel gommeux. M. de Lassonne avoit pensé qu'il ne devoit ce caractère qu'à la combinaison de la terre avec l'alkali du tartre, mais le tartre alumineux fait par l'acide pur, n'est pas plus crystallisable. *Voyez* TARTRE TRISULE ALUMINEUX.

Les métaux sur lesquels l'acide tartareux libre n'a aucune action, sont encore moins attaqués par l'acidule tartareux. Les chaux metalliques n'étant pas en état de décomposer le tartre de potasse, il semble au premier coup-d'œil qu'il ne puisse résulter de leurs combinaisons que des sels triples, & il est bien certain que c'est le cas le plus ordinaire ; cependant ne pourroit-il pas arriver aussi que quelque terre métallique eut, avec l'acide tartareux libre, une affinite plus forte que celle qui unit cet acide au sel neutre ? Il y auroit alors précipitation de ce dernier, & formation séparée d'un sel tartareux métallique double, comme dans le mélange de la craie : c'est un phénomène dont on ne s'est pas encore occupé. Hors de ce cas, ce n'est ni l'acide surabondant, ni le sel neutre qu'il faut considérer comme le vrai dissolvant, mais bien le composé tout entier dans son état actuel. D'aprés cela, on doit se garder de juger précipitamment par simple analogie des affinités qui peuvent, à un certain point, se trouver différentes de celles de l'acide pur, ainsi que des propriétés des sels surcomposés qui en résultent.

Suivant les auteurs du Cours de Chymie de l'académie de Dijon, l'acidule tartareux dissout le précipité de *platine*, mais il n'attaque pas l'*or* ni l'*argent* en masse & ne s'unit pas même à leurs chaux ; cependant M. Wenzel a obtenu avec l'argent précipité par l'alkali, une dissolution qui a été précipitée en état de métal par le mercure. Je suis très-porté à croire qu'on réussiroit de même à combiner la chaux d'or avec ce dissolvant.

L'acidule tartareux éteint ou calcine le *mercure* par la trituration, il se combine avec sa chaux par la voie humide.

Il attaque le cuivre & la combinaison qui en résulte forme la base d'une couleur connue sous le nom de verd de Brunswick raffiné. *Voy.* COULEUR.

Il agit très-puissamment sur le *fer*, foiblement sur l'*etain*, un peu mieux sur le *plomb* & s'unit facilement à leurs chaux.

Il se comporte de la même manière avec les demi-métaux ; il faut voir sur les propriétés de ses sels métalliques les articles TARTRE TRISULE D'ARGENT, TARTRE TRISULE MARTIAL, TARTRE TRISULE ANTIMONIAL, &c. &c. Il est remarquable que son action sur le plomb & sur l'étain est plus marquée que celle de l'acide tartareux pur.

De ce qu'il ne se sépare point d'alkali lors de la préparation du tartre émétique, on a cru nouvellement avoir trouvé dans cette observation une preuve que l'alkali n'y existoit pas tout formé, mais la découverte n'est pas heureuse : on sçait, il y a long temps que le tartre de potasse ou tartre tartarisé dissout les chaux d'antimoine aussi bien que l'acidule ou crême de tartre, Neuman fait mention de cette combinaison, ce phénomène a été mis depuis dans un plus grand jour par l'illustre Bergman. (*Opusc. Tom. I Dissertat X.*).

Il résulte même de ses expériences que l'acide complettement neutralisé par l'alkali, agit tout aussi efficacement sur le verre d'antimoine et la poudre d'algaroth que l'acide absolument libre ; que ce dernier ne donne jamais avec les chaux d'antimoine qu'une dissolution avec excès d'acide & qui rougit les couleurs bleues végétales ; en un mot, que l'acide libre prend en effet moins de poudre d'algaroth que l'acidule tartareux : or, puisque la base alkaline influe d'une manière aussi sensible sur les propriétés du dissolvant, il n'est

pas étonnant qu'elle ne se sépare pas du produit ; on est bien sûr du moins que l'alkali que l'on y a mis, en neutralisant d'avance l'acide, reste dans cette composition, dès qu'on ne le trouve pas dans le résidu ; &, puisqu'elle peut en admettre la quantité nécessaire à la saturation de tout l'acide, il n'y a plus d'objection à faire contre la possibilité qu'elle en admette une partie. *Voyez* TARTRE DE POTASSE ANTIMONIÉ.

Les affinités de l'acide tartareux sont nécessairement les mêmes que celles de l'acide libre pour les bases terreuses qui en chassent l'alkali ; pour les autres bases qui ne le décomposent pas, ses affinités directes paroissent encore suivre le même ordre, ou s'il y a quelques exceptions, elles n'ont pas été jusqu'à présent constatées par des observations exactes.

L'acidule tartareux est nécessairement plus puissant que l'acide libre pour rompre l'union de quelques substances avec leurs dissolvans ; mais cela dépend moins de ses affinités que de sa composition, & il faut faire état de la double affinité que produit l'alkali : ainsi quand l'acidule tartareux décompose le muriate mercuriel, ce que ne fait pas l'acide pur, il est évident que la tendance de l'alkali à l'acide muriatique doit être ajoutée à la somme des forces conspirantes pour décider l'échange de bases.

Pour comparer la vertu antiseptique de l'acidule tartareux & de l'acidule oxalin, M. Berthollet a mis une once de chair de veau dans une dissolution d'un gros de crême de tartre dans 20 onces d'eau distillée, & autant dans une pareille dissolution de sel d'oseille, & il a trouvé que la dernière préservoit la chair de putréfaction beaucoup plus long-temps. (*Mém. de l'ac. R. des scien. ann. 1782. pag. 615.*)

Nous aurons occasion de parler ailleurs de l'usage que l'on fait de l'acidule tartareux, ou même du tartre crud, dans les opérations de docimasie & dans les teintures.

ACIDE TARTAREUX. (*Pharm.*) Le Pharmacien peut emploier cet acide en différens états, qui sont l'acide libre, l'acide distillé ou esprit de tartre & l'acidule tartareux ou crême de tartre.

§.

Le premier, qui est *l'acide tartareux* pur, préparé à la manière de M. Retzius, doit être conservé en état sec, ou du moins dans une dissolution très-rapprochée, sans quoi il se détruit spontanément comme la dissolution de crême de tartre.

Ses propriétés médicinales sont les mêmes que celles de l'acide acéteux. *Voyez ce mot.*

On peut l'employer dans des potions, dans des tisannes, jusqu'à agréable acidité, en faire une limonnade bien préférable à celle qu'on prépare avec l'acide vitriolique, lorsqu'on n'a d'autre objet que de calmer la chaleur excessive, appaiser la soif, corriger l'acrimonie bilieuse. (*Voy. Limonnades minérales.*) C'est cet acide qui, dans la crême de tartre, à raison de ses affinités avec les alkalis, les substances terreuses & les chaux métalliques, forme des combinaisons que l'on fera connoitre dans les articles *tartre de potasse*, *tartre de soude*, *tartre de magnésie*, *tartre mercuriel*, *tartre martial*, *tartre antimonial*, &c.

§.

L'acide empyreumatique du tartre, qui est connu dans plusieurs pharmacies, sous le nom d'*esprit de tartre de Lilius* est très-différent du précédent, & l'altération qu'il a éprouvée pendant la distillation est telle qu'il ne peut être réduit en crystaux.

Raymond Lulle qui en a parlé le premier, & *Angelus Sala* dans sa Tartarologie lui attribuent des propriétés que l'expérience n'a pas confirmées. Aussi est-il très-peu d'usage en médecine. On trouve cependant la formule de cet esprit dans plusieurs dispensaires, & le procédé en est décrit dans ceux de Paris & de Londres ; mais les auteurs de ce dernier ouvrage, en donnant sa description, annoncent que c'est par respect pour ceux qui l'ont inventé ; le même motif nous détermine à faire connoitre ici la manière de se le procurer.

On prend du tartre blanc que l'on concasse en petits morceaux ; on en remplit les deux tiers d'une cornue de grais, à laquelle on adopte un récipient très-ample percé d'un trou, & on lutte exactement les jointures. On met la cornue dans un fourneau à feu nu. On commence par un feu très-doux, on le pousse ensuite jusqu'à faire rougir la cornue.

Dans les premiers momens il passe dans le récipient un phlegme légérement acide ; bientôt après on voit paroitre des vapeurs blanches. On délute alors les vaisseaux, & l'on change de récipient.

Les vapeurs augmentent, s'épaississent. Il passe en même-temps une huile limpide, & ensuite une huile grasse.

Dès le moment où les vapeurs blanches paroissent, il se dégage une quantité prodigieuse de gas qui feroit briser les vaisseaux, si on ne lui donnoit pas issue en débouchant le trou dont le récipient est percé. Ce gas est de l'acide méphitique qu'on pourroit recueillir avec un appareil pneumatique.

On arrête la distillation quand il ne monte plus rien, & que le récipient s'éclaircit. On laisse refroidir les vaisseaux, & l'on sépare l'huile de l'esprit qu'elle surnage, en versant le mélange sur un filtre de papier en plusieurs doubles, humecté d'eau distillée.

La dernière huile qui s'élève est noirâtre, on pourroit la séparer de la première pendant l'opération même, en changeant de récipient au moment

ment où l'on s'apperçoit que l'huile noire commence à monter. Mais si l'embarras de ce changement & la crainte de perdre l'esprit acide ont décidé à ne pas interrompre la distillation, on en fait la séparation par une nouvelle distillation au bain de sable, & à une chaleur modérée.

Quoique le filtre débarrasse l'esprit de tartre de la plus grande partie de l'huile qui s'y trouve mêlée, il y en reste toujours quelque portion, & pour le rectifier on le distille séparément à un feu modéré, & l'on enlève le récipient dès qu'on voit monter quelques stries huileuses.

Cette rectification peut se faire sans mélange, & l'on doit bien se garder d'y employer de la chaux ni d'autres substances alkalines ou terreuses capables d'absorber l'huile, parce qu'elles se combineroient avec l'acide, & il ne passeroit dans le récipient qu'une eau acidule. On a proposé de se servir d'alun calciné réduit en poudre; mais, ainsi que le fait remarquer Cartheuser, on risqueroit d'avoir un esprit altéré par de l'acide vitriolique qui, se trouvant avec excès dans l'alun, pourroit s'élever à l'aide de la portion huileuse sous forme d'acide sulfureux; il est à présumer que cet inconvénient seroit moins considérable, si l'on employoit de l'argille pour intermède.

Au reste, cette rectification ne doit pas être portée trop loin. L'esprit de tartre, quelque rectifié qu'il soit, contient une portion d'huile, & on lui enleveroit une partie de ses vertus médicinales si l'on parvenoit à l'en dépouiller complettement.

L'esprit de tartre a toujours une saveur désagréable & nauséabonde, & comme il y a plusieurs autres remèdes qui peuvent remplir les mêmes indications, sa saveur est une des principales causes qui en ont fait abandonner l'usage.

Ce remède est diurétique & diaphorétique. On le fait entrer dans des potions à la dose de 10 à 12 gouttes, & dans des tisanes à celle de demi-gros à un gros par deux livres.

L'esprit de tartre entre dans la mixture simple, autrement esprit *de tribus*; dans l'esprit carminatif *de tribus*; dans les teintures bézoardiques de Michel, de bate & de la pharmacopée de Wirtemberg, & dans l'esprit apéritif de penot. *Voyez ces mots.*

§.

Le tartre raffiné & crystallisé, ou *acidule tartareux* connu sous le nom de crème de tartre, est d'un plus grand usage en médecine.

Ce sel est un tartre de potasse avec excès d'acide, & qui contient par livre 6 onces de tartre de potasse, & une once & demie de tartre calcaire, ainsi que l'a reconnu M. Schéele cité par M. Bergius; il ne diffère du tartre que par la privation d'une grande partie du principe huileux & du calce qui se trouvent interposés entre les crystaux de ce sel essentiel, & qu'on a précipité par la dépuration; mais il retient encore en combinaison une portion de l'un & de l'autre: aussi, à raison de son acide, a-t-il beaucoup de propriétés médicinales communes avec l'acide acéteux (*voyez l'article de cet acide*); mais le sel neutre qu'il contient, & qui est d'environ 3 gros par once, lui donne une qualité purgative fort intéressante, parce que l'acide & le principe huileux qui s'y trouvent en combinaison, en modèrent l'action irritante, & en font un évacuant peu échauffant.

L'acidule tartareux peut se donner comme purgatif, à la dose de demi-once à une once; mais comme ce sel ne reste en dissolution qu'à 3 grains par once dans l'eau froide, suivant la remarque de M. Spielman, & que dissous dans l'eau bouillante, il se précipite dès que cette eau se refroidit, on ne peut compter sur sa qualité purgative qu'en l'avalant en poudre, ce qui est sujet à inconvénient, vu que la température des entrailles n'est pas suffisante pour en opérer la dissolution, qu'il est au moins douteux que les sucs digestifs puissent la favoriser, & qu'agissant en masse, ce sel peut fatiguer l'estomac & les intestins, empâter les orifices des vaisseaux lactés du premier ordre, & causer mille maux. On peut favoriser la dissolution par l'addition du borax, ainsi que le proposoit en 1728 Lefebvre, médecin à Uzès; une partie de borax mêlée à quatre parties de crystaux de tartre, suffit pour les rendre solubles; mais on obtient la même chose avec l'acide boraçin ou sel sédatif qui altère beaucoup moins les propriétés de l'acidule tartareux: par ce mélange, la dissolution reste permanente, même à froid; & les qualités de la substance ajoutée ne peuvent que modifier avantageusement les effets de ce remède.

La vertu purgative n'est pas la seule qui rende l'acidule tartareux d'un très-grand usage en médecine: nous avons déja dit qu'il avoit les mêmes propriétés que l'acide acéteux; nous devons ajouter qu'on peut l'employer avec confiance dans presque toutes les fièvres, à l'exception de celle qui accompagne la phthisie pulmonaire, dans les cardialgies entretenues par la rancidité des matières qui séjournent dans l'estomac, dans les indigestions causées par des alimens trop gras, dans les diarrhées & les dyssenteries putrides, dans les obstructions du foie, les jaunisses, & même dans les coliques qu'occasionnent des calculs biliaires.

M. Bergius assure avoir guéri par des bouillons où entroient le chiendent & le tartre crystallisé, plusieurs malades dont le foie étoit obstrué & dur, & qui avoient des pierres dans la vésicule du fiel. Mais à l'article *éther thérébentiné*, on trouvera la formule du dissolvant découvert par M. Durande, dont l'efficacité nous paroit ne rien laisser à desirer.

M. Vincent Menghini rapporte avoir guéri des

hydropiques dont le pouls étoit dur, les urines peu abondantes, très-rouges & épaisses, par l'usage d'une demi-once d'acidule tartareux, donnée plusieurs jours de suite.

Cet acide est employé dans les infusions de senné, & mêlé aux résineux, comme correctif. Son efficacité consiste en ce que se combinant avec les résines, il les met dans un état savonneux qui en diminue la qualité irritante.

Il est encore un usage de l'acidule tartareux qu'on peut citer ici, quoiqu'il ne soit pas médicinal, c'est de servir à détacher l'écarlate que des jets de boue ont altérée. On fait dissoudre de cet acide dans l'eau bouillante, on en verse quelques gouttes encore très-chaudes sur les taches, & après un léger frottement, on lave l'étoffe dans de l'eau froide.

ACIDE TUNGSTIQUE *ou de la tungstène*. C'est à M. Schéele que nous devons la connoissance de ce nouvel acide : il est du nombre de ceux que nous avons nommé avec M. Bergman acides métalliques, parce qu'il est susceptible de passer à l'état de régule, & qu'il ne montre les propriétés acides que lorsqu'il est en état de chaux métallique très-déphlogistiquée & combinée avec l'air acidifiant précisément comme celle de l'arsenic.

Cet acide appartient au règne minéral ; on ne connoit jusqu'à présent que deux substances qui puissent le donner, ainsi que le nouveau métal, dont sa base acidifiable est la terre propre, & qui doivent par conséquent être regardées en même-temps comme de vraies mines de tungstène : la *mine blanche de tungstène* & le *volfran*. Il est essentiel de les faire connoitre.

§. I. *Des matières dont on retire l'acide tungstique.*

I. La *mine blanche de tungstène* est une substance presque aussi pesante que l'étain, ressemblant par sa crystallisation aux grenats & à la mine d'étain en crystaux ; qui varie pour la couleur du blanc perlé au rougeâtre & au jaune ; qui a quelquefois une apparence spatique ; qui se trouve à Bipsberg, à Riddarhytta, à Marienberg, à Altemberg en Saxe, à Sauberg près d'Ehrenfriedersdorff, à Schlackenwalde en Bohême, &c. Sa pesanteur spécifique a été déterminée par M. Kirwan de 4,99 à 5, 8, & par M. Brisson, sous le nom de crystal de mine d'étain blanche à 6,0076. Un des crystaux que j'ai éprouvés avoit 6,039 de pesanteur spécifique.

J'insiste sur cette description, parce que l'on a élevé des doutes sur les caractères spécifiques de ce minéral. Avant Cronstedt, on le plaçoit dans les mines d'étain ; il le regarda comme une chaux de fer unie à quelque terre inconnue. (§. 210.) Il entendoit bien parler du *zinn-graupen* des allemands, puisqu'il rappelle expressément cette dénomination pour la déclarer impropre ; on l'a remplacée dans l'édition françoise par ces mots : *crystaux d'étain blancs*.

L'illustre Bergman, qui s'occupoit à rechercher la terre barotique dans ce minéral, dans le même temps que M. Schéele en faisoit l'examen, & dont les expériences ont bien confirmé la découverte du savant Chymiste de Kœping, lui donna le nom de pierre pesante, *lapis ponderosus* ; il assure positivement que toutes les pierres pesantes qu'il a éprouvées de divers endroits, lui ont donné les mêmes résultats, & que ce qu'on appelle *zinngraupen* appartient souvent à cette espèce.

Je ne veux pas aller plus loin que M. Bergman, & je me garderai bien de nier indéfiniment qu'il puisse exister une véritable mine d'étain blanche ; il en est fait mention dans la minéralogie de M. Kirwan ; M. l'abbé Mongez en parle comme d'une variété très-rare dans ses additions à la sciagraphie de M. Bergman, & le sçavant Brunich avoit déja annoncé l'extrême rareté de cette mine qu'il appelle *zinn-spath*.

Suivant M. de l'Isle (*Cryftallograph. tom. III. p. 264 & 555.*), ce minéral est le *tungstein* des suédois & non la tungstène, qui est un mot de l'invention de MM. les Chymistes de Dijon ; il ne tient que du fer dans la proportion *de 30 livres par quintal* ; il ne faut pas le confondre avec les vrais crystaux d'étain blancs octaèdres de Saxe & de Bohême : il est aisé de faire voir que ces assertions de M. de l'Isle sont autant d'erreurs : 1°. MM. Schéele, Bergman, Rinman, l'annotateur de Cronstedt & tous les auteurs suédois écrivent *tungsten* ; M. Kirwan l'écrit de même en anglois, les chymistes de Dijon n'ont fait qu'y ajouter la terminaison féminine idiomatique, en quoi ils ont été suivis par MM. Mongez & Gibelin ; ce seroit bien plutôt *tungstein* qui seroit forgé, n'appartenant réellement à aucune langue, le mot *stein* étant aussi étranger aux suédois que le mot *tung* aux allemands ; aussi le célèbre Crell, entrant véritablement dans l'esprit de notre nomenclature, qui est de conserver pour la mémoire une certaine ressemblance d'étymologie, & d'exclure en même-temps toute signification impropre ou sujette à confusion, dit précisément au sujet de notre acide : j'emploie de préférence *tung* au lieu de *schwer* (ce dernier seroit sa traduction littérale en allemand) pour empêcher qu'on ne confonde cette substance avec le spat pesant. (*Chemisch. annalen*, 1784. *Tom. 2, p. 199.*)

2°. Un minéral *qui ne contiendroit que du fer* n'auroit aucun des caractères de ce que les suédois ont nommé *tungsten*, nous en donnerons bientôt la démonstration ; il suffit d'annoncer ici qu'il donne un précipité blanc soluble dans l'eau, dans les circonstances où le fer donne du bleu de Prusse. M. de l'Isle n'a pas fait attention que Cronstedt,

qui écrivoit avant que MM. Bergman & Schéele eussent publié l'analyse de cette substance, avoit réuni, dans un seul article, tous les caractères des pierres pesantes tenant fer, rouges, jaunes, blanches, &c. M. Kirwan décrit bien d'après lui une tungstène qui peut tenir environ $\frac{10}{100}$ de fer, mais il a soin d'avertir que c'est la tungstène rouge ou incarnate, qui devient attirable à l'aimant par la calcination; & M. de l'Isle en fait précisément l'application à ce qui a été pris pour mine d'étain *blanche*, à ce qu'il appelle lui-même *volfran de couleur blanche*, c'est-à-dire, à une matière qui ne tient qu'une portion presque inappréciable de fer, & telle, comme le dit M. Bergman, qu'elle se rencontre accidentellement dans presque tous les minéraux; M. Schéele assure même qu'on n'en retire que de quelques espèces. (*Mém. de chym. part. 2, pag. 93.*)

3°. En prenant à la lettre ce que dit M. de l'Isle, que la tungstène ne doit pas être confondue avec les crystaux d'étain blancs octaèdres de Saxe & de Bohême, on en concluroit que la réunion de ces apparences extérieures de couleur & de crystallisation caractérisent exclusivement la mine d'étain, & la vérité est que ces caractères appartiennent plus sûrement à la mine de tungstène; dans quelques-unes de mes expériences, j'ai employé des portions de crystaux qu'il étoit facile de reconnoitre pour des octaèdres, ils venoient de Saxe; l'un deux, ainsi que je l'ai déja annoncé, avoit 6,039 de pesanteur spécifique, ce qui est bien contraire à ce que dit M. Léonhardi, que la tungstène est moins pesante que le *zinn-graupen*; mais il ajoute que cette tungstène tient 30 de fer au quintal, & cela ne peut plus convenir au minéral dont il est ici question. MM. d'Elhuyar ont analysé une pierre pesante de l'espèce *qui avoit été généralement regardée jusqu'à présent comme une mine d'étain blanche* qui venoit précisément de Schlackenwalde en *Bohême*; elle leur a donné au quintal 68 de chaux jaune de tungstène, & 30 de calce. (*Mém. de l'acad. roy. des sc. de Toulouse, tome II, page 152.*)

Aussi le célèbre Crell, après avoir rapporté & comparé tout ce qu'en ont dit les minéralogistes, conclut-il que tout ce qui a porté le nom de mine d'étain blanche, crystallisée ou non crystallisée est présentement à essayer, si l'on veut acquérir à cet égard quelque certitude. (*Annalen, 1784, part. II, page 201.*)

La mine blanche de tungstène exposée *seule* au feu du chalumeau décrépite & ne se fond pas; elle se divise dans la *soude* avec un peu d'effervescence; elle se dissout en partie dans le *phosphate natif* ou sel microscomique, & donne au globule de verre une belle couleur bleu-céleste, sans la moindre apparence de rouge dans la réfraction, comme il arrive avec le cobalt; le globule plus chargé de cette substance devient brunâtre, & à la fin noir & opaque : elle se dissout dans le *borax* sans effervescence & presque sans le colorer, mais quand il en est surchargé, le globule devient à la fin brun ou blanc & opaque en refroidissant.

« Il y a (dit M. Bergman) un moyen très-
» facile de distinguer la tungstène de toutes les au-
» tres pierres connues jusqu'à présent, c'est de la
» réduire en poudre, de verser dessus de l'eau
» forte ou de l'acide muriatique, & d'exposer le
» tout à la chaleur de la digestion; on ne tarde pas
» à voir, sur-tout avec le dernier, que la poudre
» prend à la fin une belle couleur jaune clair. »
(*Mémoires de M. Schéele, édit. fr., partie 2, page 96.*) Cette propriété avoit déja été observée par M. Woulfe, & annoncée dans les transanctions philosophiques (*année 1779, page 26*). M. Schéele ajoute à ce caractère celui de devenir bleuâtre lorsqu'on la fait bouillir dans l'acide vitriolique.

II. Le *volfran* ou wolfram, dont le nom est formé des deux mots allemands *wol fram*, écume de loup, qui a aussi été appellé *spuma lupi* ou le loup de l'étain, *lupus jovis*, n'a pas mieux été connu jusques dans ces derniers temps que la tungstène. Quelques minéralogistes l'ont pris pour une mine d'étain arsenicale, d'autres pour une manganèse mêlée d'étain & de fer; les uns l'ont confondu avec les schorls, plusieurs avec les mines de fer spéculaires; d'autres enfin y ont admis, on ne sait pourquoi, du fer combiné avec le basalte, de manière à n'être pas attirable par l'aimant, &c. &c. MM. d'Elhuyar en ont entrepris l'analyse suivant la méthode exacte de l'illustre Bergman, dont ils ont été disciples, & il résulte de leurs expériences (1) que c'est une vraie mine de tungstène. J'aurai souvent occasion de les citer dans tout ce qui a rapport à l'acide & au métal que l'on en retire; je commencerai par transcrire ici la description que ces Chymistes en ont donnée, suivant les principes du célèbre Werner, ce qui sera très utile pour faire reconnoitre ce minéral à ses caractères extérieurs.

Le volfran est d'un noir brunâtre; on le trouve en masses, ou dispersé & crystallisé en prismes hexaèdres comprimés, terminés par des pyramides tétraèdres, dont les angles sont tronqués. Intérieurement il est brillant, & d'un éclat qui approche du métallique. Sa cassure est feuilletée & les feuillets sont plats, quoiqu'un peu confus : dans quelques endroits, elle est plutôt inégale que feuilletée & rarement striée. Lorsque la cassure est feuilletée, on y observe des parties séparées

(1) Elles ont d'abord été publiées en espagnol à Vitoria, sous le titre de *Analisis quimica del volfram*, & ensuite en françois, avec quelques additions, dans le tome II des mém. de l'acad. roy. de Toulouse.

testacées. Ses fragmens sont anguleux, indéterminés, avec des bords peu aigus; il est toujours opaque; en le raclant il donne une poudre d'un brun rougeâtre obscur; il est mol & excessivement pesant. La pesanteur spécifique de celui qu'ont employé MM. d'Elhuyar, & qui venoit des mines d'étain de Zinnwalde, dans les frontières de la Saxe & de la Bohême, s'est trouvée :: 6,835. M. de l'Isle rapporte qu'un morceau de volfran très-pur de son cabinet a donné à M. Brisson 7,1195, tandis que la pesanteur du schorl verd prismatique de Dauphiné n'étoit que 3,4529.

Au feu du chalumeau, le volfran ne se fond pas seul, à peine parvient-on a en arrondir les angles; il ne donne point de fumée arsenicale, comme le dit M. l'abbé Mongez, du moins n'en ai-je eu aucunes traces dans mes essais sur un morceau de volfran venant d'Ehrenfriedersdorff, qui m'avoit été donné par M. Besson, & qui ressembloit parfaitement à celui décrit par MM. d'Elhuyar.

Avec le phosphate natif, ou sel microcosmique, le volfran se fond avec effervescence, & forme un verre d'un rouge d'hyacinthe dans la flamme extérieure, qui devient plus obscur dans la flamme intérieure.

Avec le borax, il fait effervescence, & forme un verre d'un jaune verdâtre à la flamme bleue, qui tourne au rouge à la flamme blanche.

Le volfran pulvérisé, sur lequel on fait bouillir de l'acide muriatique, prend, comme la mine blanche de tungstène, une couleur jaune.

Il tient communément six parties de cette terre acide métallique, deux parties de chaux noire de manganèse, une partie de chaux de fer, & un peu de terre quartzeuse.

§. II. *De la manière de retirer l'acide de la tungstène.*

I. On pulvérise la quantité que l'on veut de mine blanche dans un mortier de verre, on la mêle bien avec quatre parties de méphite de potasse, on fait fondre ce mêlange dans un creuset, & on la coule tout de suite sur une plaque de métal. On fait ensuite dissoudre la masse dans douze parties d'eau bouillante.

Pendant la dissolution, il se sépare une poudre blanche qui se dépose au fond du vaisseau; ce précipité est, pour la plus grande partie, du méphite calcaire formé de la chaux qui existoit dans la mine, & de l'acide méphitique qu'elle a pris à la potasse; il est ordinairement mêlé d'une portion de tungstène non décomposée & d'un peu de quartz: pour en faire la séparation, on commence par verser sur le précipité bien édulcoré, de l'acide nitreux qui dissout avec effervescence la terre calcaire; on traite de nouveau le résidu avec du méphite alkalin, que l'on fait fondre & que l'on jette dans l'eau comme la première fois; la décomposition étant ainsi achevée, l'acide nitreux versé sur le nouveau précipité ne laisse plus qu'une très-petite quantité de poudre grise, qui est la terre quartzeuse.

L'eau qui a été versée sur les masses sortant des creusets, & qu'on a séparée par décantation du précipité dont je viens de parler, tient en dissolution une nouvelle substance saline composée de l'alkali & de l'acide tungstique.

Pour obtenir cet acide libre, on sature la dissolution d'acide nitreux, il s'empare de la base alkaline, le mêlange s'épaissit & il se précipite une poudre blanche qui est l'acide tungstique.

Tel est le premier procédé indiqué par M. Schéele: ce Chymiste conseille d'employer un creuset de fer pour la fusion de la mine blanche avec la potasse, mais cela n'est nécessaire que quand on travaille dans des vues d'expériences, & pour éviter le mêlange d'argille que les creusets ordinaires portent toujours dans les matières qu'on est obligé de décomposer par l'alkali; & dans ce cas, on ne doit compter que sur les creusets de platine qui, lorsqu'ils sont bien conditionnés, n'absorbent ni ne fournissent aucune matière, au lieu que le fer laisse toujours des écailles adhérentes dans tous les points de contact.

Pour le second procédé de M. Schéele, on n'a pas besoin de la chaleur de la voie sèche. Sur quatre-vingts grains de mine blanche de tungstène bien pulvérisée, on verse trois fois autant d'acide nitreux ordinaire, ou eau-forte pure; ce mêlange ne fait point effervescence, on l'expose à une forte digestion, & bientôt on y apperçoit une poudre d'un jaune citrin; on décante la liqueur dans un autre vaisseau, on édulcore la poudre jaune, on verse dessus cent soixante grains d'alkali volatil caustique, & on place le vaisseau sur un bain de sable: alors la couleur jaune disparoit, la poudre devient blanche & se trouve sensiblement diminuée; on décante la liqueur claire que l'on a soin de mettre dans un flacon séparé. En répétant plusieurs fois la même opération sur cette poudre, d'abord par la digestion dans l'acide nitreux, & ensuite dans l'alkali volatil, tout est enfin dissous, à la réserve de trois ou quatre grains qui paroissent être de la terre quartzeuse.

L'étiologie de ce procédé est aisée à saisir: l'acide nitreux attaque la base calcaire qui se trouve dans la mine, & comme elle n'est pas unie à l'acide gaseux, il le dissout sans effervescence, & l'acide concret rendu libre se montre en forme de poudre jaune. Mais l'acide nitreux n'a pas décomposé toute la mine: on emploie donc l'alkali volatil pour former avec l'acide libre un sel soluble que l'on emporte dans la liqueur, & on sépare de cette manière à chaque fois la mine qui reste à décomposer, sur laquelle on opère avec les mêmes agens.

On voit donc premièrement que l'acide nitreux s'est chargé successivement de toute la terre cal-

caire qui étoit en état de combinaison dans la mine. Cette dissolution précipitée par le méphite de potasse donne en effet quarante-cinq grains de terre calcaire. Si on y verse avant cette décomposition quelques gouttes de liqueur prussique, on obtient environ deux grains de bleu de Prusse. L'acide muriatique pourroit être employé dans cette opération comme l'acide nitreux, M. Schéele a seulement remarqué que la dissolution tournoit plus au jaune.

On voit en second lieu que l'acide tungstique est encore engagé avec l'alkali volatil que l'on a employé pour le rendre soluble ; il ne s'agit donc plus que de lui reprendre cette base, ce qui se fait aisément par l'addition de l'acide nitreux, & l'acide tungstique est précipité sous la forme d'une poudre blanche.

C'est cette poudre blanche que MM. Schéele & Bergman n'ont pas hésité de regarder comme un acide concret. Il est sûr qu'elle a une saveur acide marquée, qu'elle rougit l'infusion de tournesol, qu'elle est soluble dans vingt fois son poids d'eau bouillante, qu'elle s'unit aux alkalis & aux terres, qu'elle décompose plusieurs dissolutions métalliques, &, ce qui paroîtra sur-tout décisif, qu'elle régénère la mine blanche de tungstène, soit directement avec l'eau de chaux, soit en décomposant le nitre calcaire par double affinité.

Les savans Espagnols qui ont retiré la même substance du volfran, qui ont opéré ensuite sur la mine blanche de tungstène pour s'assurer de l'identité parfaite des produits, confirment par leur témoignage la vérité de toutes ces observations ; ils reconnoissent même que ce nouveau métal, *peut, comme l'arsenic, prendre l'état d'acide*, & cependant ils pensent que la poudre dont nous venons de parler n'est pas encore l'*acide* tungstique pur, mais un mélange de cet acide avec l'acide précipitant & une portion d'alkali. Je rapporterai les expériences sur lesquelles ils fondent cette opinion, qui sont très-utiles pour nous aider à déterminer la nature de ce nouvel être chymique; mais il faut auparavant indiquer les procédés qu'ils ont mis en usage pour obtenir cette matière du volfran.

II. MM. d'Elhuyar mirent dans un creuset deux gros de volfran réduit en poudre, & quatre gros de potasse : ce mélange se fondit aisément, on le coula sur une plaque de cuivre. Il resta dans le creuset une matière noire qui, bien édulcorée, pesoit trente-sept grains, & qui n'étoit qu'un mélange de fer & de manganèse. On verra ailleurs la manière de séparer ces deux métaux. (*Voyez* ANALYSE MINÉRALE.)

La masse coulée sur la plaque fut dissoute dans l'eau, la dissolution réunie à l'eau qui avoit édulcoré la matière noire fut jettée sur un filtre, & la liqueur claire saturée d'acide nitreux, qui y occasionna un précipité abondant ; c'étoit la *poudre blanche*, absolument semblable à celle que donne la mine blanche de tungstène.

Le procédé de M. Schéele, par la voie humide, réussit également avec le volfran, & même il a paru à MM. d'Elhuyar plus avantageux pour doser exactement les produits. Ces Chymistes ont mis dans un matras cent grains de volfran en poudre, ils ont versé dessus assez d'acide muriatique pour le couvrir de l'épaisseur d'un doigt, & ils ont fait bouillir pendant une heure au feu de sable ; ils apperçurent bientôt de la poudre jaune, ils décantèrent la liqueur, ils édulcorèrent le résidu, ils versèrent dessus de l'alkali volatil qui fit disparoître la couleur jaune. Cette opération fut continuée en traitant alternativement le résidu avec de nouvel acide muriatique & avec du nouvel alkali, ayant soin d'édulcorer à chaque fois soigneusement, & de mettre ces liqueurs différentes dans des vaisseaux séparés : à la fin tout fut dissous, & il ne resta que deux grains de matière insoluble, qui parut être en partie du quartz, en partie une chaux d'étain, autant qu'il fut possible d'en juger, sur une aussi foible quantité.

L'acide muriatique se trouva tenir en dissolution vingt-deux grains de chaux noire de manganèse, treize grains de fer, & une portion de terre calcaire, mais en si petite quantité, que MM. d'Elhuyar ont été portés à croire qu'elle pouvoit venir de l'eau employée aux édulcorations, quoiqu'elle eût été distillée.

L'alkali volatil, versé à différentes fois sur la terre jaune, s'étoit emparé de l'acide tungstique ; il fut dégagé de cette base par l'addition de l'acide nitreux, qui le précipita en forme de poudre blanche. Il n'étoit plus question que d'édulcorer ce précipité, c'est-à-dire, de le précipiter du nitre ammoniacal qui s'étoit formé par l'addition de l'acide nitreux : MM. d'Elhuyar essayèrent d'abord de passer de l'eau dessus; mais s'étant apperçus qu'elle en dissolvoit une partie, & voulant déterminer la quantité, ils prirent le parti de faire évaporer le tout jusqu'à siccité, & de mettre ensuite le résidu dans une capsule de verre, sous la mouffle d'un fourneau de coupelle ; par ce moyen, le nitre ammoniacal se volatilisa, & il resta une matière d'un jaune de souffre qui pesoit 65 grains. Lorsqu'on se sert d'une capsule de terre, la matière jaune y pénètre de la profondeur de près d'une ligne, & il y a en conséquence une perte sensible.

§. III. *De la nature & des propriétés de l'acide tungstique.*

J'ai déja annoncé que, suivant MM. Schéele & Bergman, c'étoit la poudre blanche précipitée par l'acide nitreux qui étoit véritablement l'acide tungstique, au lieu que, suivant MM. d'Elhuyar,

cette poudre est un composé salin, & la matière jaune séparée, soit de la mine blanche de tungstène, soit du volfran, est une substance plus simple, & la vraie chaux pure du nouveau métal, susceptible de faire fonction d'acide. Pour mettre en état d'adopter avec connoissance de cause l'une ou l'autre de ces opinions, je rapprocherai d'abord les propriétés de ces deux matières.

I. La *poudre blanche* que l'on obtient en décomposant par un acide la dissolution alkaline de mine de tungstène ou de volfran a 3, 6 de pesanteur, spécifique; elle est acide au goût, soluble dans 20 parties d'eau bouillante, rougit l'infusion de tournesol, précipite l'hépar de soufre en verd.

Distillée avec le soufre, elle prend une couleur cendrée, & n'éprouve d'ailleurs que peu de changement.

Exposée seule au feu du chalumeau, elle passe au brun & au noir, sans donner ni fumée ni aucun signe de fusion.

Elle communique au borax une foible couleur bleue, au verre de phosphate natif un bleu plus net.

Calcinée au feu, dans un creuset, elle perd la propriété de se dissoudre dans l'eau.

Elle devient jaune en bouillant dans les acides nitreux & muriatique, & bleuâtre dans l'acide vitriolique.

La liqueur prussique la précipite en blanc de ses dissolutions, & ce précipité se redissout dans l'eau.

Elle s'unit à l'alkali végétal, & donne un sel en très-petits crystaux.

Avec l'alkali volatil, elle produit un sel figuré en petites aiguilles qui décompose le nitre calcaire, d'où il résulte une mine de tungstène régénérée. Ce sel laisse aller à la distillation sa base alkaline volatile, & il reste dans la cornue une poudre jaune.

Elle forme avec la magnésie un sel peu soluble.

Elle enlève le barote à l'acide acéteux, & forme avec cette terre un sel absolument insoluble.

Elle ne trouble pas les dissolutions de terre calcaire & alumineuse.

Elle précipite en blanc les dissolutions vitrioliques de fer, de zinc & de cuivre, les dissolutions nitreuses d'argent, de mercure, & de plomb; elle précipite en bleu la dissolution muriatique d'étain.

Si on mêle à la dissolution aqueuse de cette poudre quelques gouttes d'acide muriatique, & qu'on en mette sur une lame polie de fer, de zinc ou d'étain, ou que l'on plonge un de ces métaux dans la liqueur, il prend une belle couleur bleue.

II. La *matière jaune* retirée, soit par le feu, soit par les acides, de la tungstène ou de ses mines, manifeste des propriétés un peu différentes; voici comme elles ont été décrites par MM. d'Elhuyar.

Pesée à la balance hydrostatique, après avoir été calcinée sous la mouffle, elle donne une pesanteur spécifique de 6, 12.

Elle est entiérement insipide.

Elle est insoluble; mais en la triturant dans l'eau, elle forme une sorte d'émulsion qui traverse les filtres sans s'éclaircir, & se conserve long-temps sans former de dépôt. On observe seulement, lorsque l'eau en est trop chargée, qu'au bout de quelques jours il se forme vers le fond du vase une espèce de nuage plus dense, & au bout de trois mois la liqueur est encore un peu louche.

Les acides vitriolique, nitreux & muriatique n'ont aucune action sur elle; elle ne s'y délaie pas, même par la trituration. L'acide acéteux lui donne une couleur bleue, mais il ne la dissout point.

Essayée au chalumeau, elle conserve sa couleur jaune à la flamme extérieure, même sur le charbon; dans la flamme bleue ou intérieure, elle devient noire & se boursouffle, mais ne se fond pas.

Elle se fond avec effervescence dans *la soude*.

Elle fait aussi effervescence avec le *borax*, & donne un verre d'un jaune brunâtre & transparent qui conserve cette couleur dans les deux flammes.

Avec le *phosphate natif*, ou sel microcosmique, elle fait effervescence & forme dans la flamme intérieure un verre transparent d'un bleu plus ou moins obscur, suivant la proportion, mais sans aucune teinte de rouge: à la flamme blanche ou extérieure, la couleur du globule disparoit entiérement, mais il la reprend à la flamme intérieure. A force de répéter cette opération, cette propriété se détruit, & il n'est plus possible de rétablir la couleur. MM. d'Elhuyar remarquent très-bien que cela vient de l'alkali des cendres du charbon qui se combine successivement; car une portion d'alkali fixe ou de nitre ajoutée à un globule du bleu le plus foncé, le rend sur-le-champ limpide.

Cette matière jaune se dissout dans les alkalis fixes & volatil, ou, pour mieux dire, s'unit à ces substances: les phénomènes que présentent ces combinaisons méritent d'autant plus d'attention, que ce sont eux qui fournissent à MM. d'Elhuyar les preuves les plus directes de leur opinion.

La combinaison de cette matière avec la po-

tisse réussit aussi bien par la voie sèche que par la voie humide, mais le résultat est toujours avec excès d'alkali. Si sur cette dissolution on verse quelques gouttes d'acide nitreux, il se fait à l'instant un précipité blanc qui se redissout en remuant la liqueur; la même chose arrive en jettant de nouvel acide, & cela continue tant que la dissolution conserve un excès d'alkali: elle acquiert aussi en même-temps plus d'amertume. Si l'on verse plus d'acide qu'il n'en faut pour saturer l'excès d'alkali, le précipité qui se forme ne se redissout plus, quoique l'on remue la liqueur; si on la filtre dans cet état, il reste sur le filtre un sel blanc qui, après avoir été édulcoré, conserve un goût sucré d'abord, & ensuite piquant & amer; il produit une sensation désagréable à la gorge, il se dissout dans l'eau, il rougit le papier bleu: c'est absolument la même substance que la poudre blanche dont nous avons parlé précédemment.

» Les propriétés de ce sel (disent MM. d'Elhuyar) varient assez sensiblement suivant les circonstances qui accompagnent la précipitation ».

1°. Ce sel se fond seul au feu du chalumeau; & avec les fondans, il présente les mêmes phénomènes que la matière jaune.

2°. Mis à calciner, il renvoie une odeur d'acide nitreux, & devient jaune; mais après le refroidissement, il est blanc, insipide & insoluble, & il se fond encore au chalumeau.

3°. Les acides vitriolique & nitreux jettés sur ce sel, lui donnent une couleur jaune & le décomposent; on trouve dans la liqueur filtrée un sel neutre à base d'alkali végétal, relatif à l'acide qu'on y a employé. Si, au lieu de jetter cet acide sur ce sel, on le jette sur sa dissolution, il ne se fait point de précipité, pas même en faisant bouillir la liqueur, si l'acide y est en petite quantité; mais sa dissolution perd à mesure son goût sucré, & acquiert plus d'amertume. Si l'on jette l'acide en abondance, & si l'on fait bouillir la liqueur, il se forme un précipité jaune, entièrement semblable à la matière jaune employée pour former ce sel.

4°. L'acide acéteux dissout entièrement ce sel par le moyen de l'ébullition: laissant ensuite refroidir la dissolution, il se dépose dans les parois du vase une matière blanche, tenace comme la cire, qui, étant lavée & pétrie avec les doigts, forme une masse glutineuse, semblable à la partie glutineuse du froment, laquelle produit sur la langue une impression butireuse très-douce. La laissant à l'air, elle prend une couleur brune obscure, perd sa tenacité, & acquiert un goût amer. Cette substance se dissout dans l'eau, & lui donne un goût sucré au commencement, & ensuite amer. Elle rougit l'infusion de tournesol, & a toutes les propriétés du sel précédent, excepté qu'elle devient bleue avec l'acide vitriolique, & qu'elle précipite le vitriol de cuivre. Nous ne pouvons pas assurer cependant si ce sel contient un peu d'acide nitreux; mais ce qu'il y a de sûr, c'est que nous avons obtenu un sel semblable en nous servant de l'acide acéteux au lieu du nitreux dans la précipitation de la dissolution de la matière jaune dans l'alkali fixe. Voici notre procédé.

En évaporant à siccité cette dissolution alkaline, & jettant de l'acide acéteux sur le résidu, il se dissout en grande partie au moyen de l'ébullition. En décantant ensuite à l'instant la liqueur, & la laissant refroidir, il se forme de petits crystaux en barbes de plume, qui, après avoir été édulcorés, ont d'abord un goût sucré, quoique moins fort que celui du sel précédent, & ensuite amer. Leur dissolution rougit le papier bleu, & l'esprit-de-vin y occasionne un précipité; mais la liqueur reste émulsive. La portion qui reste sans se dissoudre est aussi de la même nature. Ces mêmes crystaux mis en digestion dans ce nouvel acide acéteux s'y dissolvent & lui donnent une couleur bleue; mais en laissant refroidir la liqueur, elle perd cette couleur, & il se dépose sur les parois du vase une matière glutineuse, semblable, par ses propriétés, à celle dont nous avons déja parlé. Si, au lieu de laisser refroidir la liqueur, on la fait bouillir plus long-temps, la couleur bleue disparoît, & il ne se précipite rien, pas même en refroidissant. Si l'on continue l'ébullition pour la concentrer jusqu'à siccité, & que l'on jette dessus de l'esprit-de-vin pour séparer le sel acéteux alkalin qui pourroit s'être formé, il reste une poudre blanche qui, après avoir été édulcorée avec du nouvel esprit-de-vin, a un goût très-amer, & très-soluble dans l'eau, & la dissolution ne rougit point le papier bleu, ni ne change en bleu celui qui a été altéré par le vinaigre. Ce dernier sel présente au chalumeau les mêmes phénomènes que le sel acéteux précédent; il devient bleu avec l'acide vitriolique: avec le vitriol de cuivre, il donne un précipité blanc; enfin, dans tout le reste, il ne se distingue point d'eux. Tous ces sels deviennent d'abord bleus par la calcination, ensuite jaunes; mais en refroidissant, ils restent tous blancs. Ces différens sels, composés tous des mêmes principes, savoir, de la matière jaune, d'alkali végétal & d'acide acéteux, ne diffèrent que par la proportion de ces mêmes principes, ou par leur état de combinaison plus ou moins intime; d'où résultent la diversité de leurs saveurs, & la petite différence dans les autres propriétés. Ces parties constituantes ont été reconnues de la manière suivante.

Ayant jetté sur les dissolutions, tant du précipité blanc produit par l'acide nitreux, que de ces sels acéteux, une portion d'eau de chaux, elles formèrent des précipités qui n'étoient tous que de la *tungstène* régénérée (c'est-à-dire de la mine blanche de tungstène), & nous trouvâmes

dans les dissolutions filtrées, des sels neutres à base d'alkali végétal rélatifs aux acides avec lesquels la précipitation avoit été faite dans chacune ; ce qui prouve que ces deux principes entroient dans la composition des sels ou précipités en question.

5°. Les dissolutions vitrioliques de fer, de cuivre & de zinc, celles d'alun & du muriate de mercure, & l'alkali prussien, n'occasionnent aucun précipité dans la dissolution du sel formé par le concours de l'acide nitreux ; mais le nitre calcaire & les sels acéteux de cuivre & de plomb donnent des précipités blancs. L'alkali prussien ne précipite pas non plus les sels acéteux. »

Ces expériences prouvent déja assez clairement que ce sel contient, indépendamment de la terre propre de la tungstène, une portion de la potasse avec laquelle elle étoit d'abord combinée, & même de l'acide précipitant ; les observations de MM. d'Elhuyar sur la combinaison de la même terre avec l'alkali volatil achèvent de mettre ce fait en évidence.

» 1°. La matière jaune se dissout aussi entiérement dans l'alkali volatil, mais le résultat est toujours avec excès d'alkali.

2°. Ayant mis à évaporer cette dissolution dans un bain de sable, il s'en forma de petits crystaux figurés en aiguilles, d'un goût piquant & amer. Ils produisoient une sensation désagréable à la gorge, ils se dissolvoient dans l'eau, & rougissoient alors le papier bleu. Ayant répété cette opération avec différentes portions de ces mêmes crystaux dissous dans l'eau distillée, laissant les uns plus long-temps au feu que les autres, nous obtinmes des dissolutions avec d'autant plus d'excès d'acide, qu'elles avoient souffert plus long-temps le feu, & pendant cette opération, elles renvoyoient toutes des vapeurs d'alkali volatil. Si l'on continue trop long-temps cette opération, ou que l'on donne un peu trop de feu, ce sel se décompose, & il se dépose une matière bleue, mais insoluble & insipide.

Ces crystaux perdirent tout leur alkali par la calcination, & le résidu étoit une poudre jaune, entiérement semblable à celle qui avoit été employée pour leur formation. En faisant cette opération dans une cornue, le résidu est d'un bleu foncé, & ne devient jaune que par la calcination à l'acide libre. La dissolution de ces crystaux est précipitée par les vitriols de fer, de cuivre & de zinc, par l'alun, le nitre calcaire, le muriate de mercure, & les sels acéteux de cuivre & de plomb. L'acide vitriolique décompose ce sel & donne un précipité bleu. L'acide nitreux & l'acide marin en font de même, mais le précipité est jaune. L'eau de chaux régénère la *tungstène*, & l'alkali prussien n'occasionne aucun précipité.

3°. Ayant jetté de l'acide nitreux sur une autre portion de la dissolution avec excès d'alkali, il se forma un précipité blanc qui, après avoir été édulcoré, conservoit un goût sucré d'abord, & ensuite piquant & amer : il se dissolvoit dans l'eau, & rougissoit alors le papier bleu.

Ce sel diffère de celui tiré de la dissolution par l'alkali fixe, par les propriétés suivantes : 1°. sa dissolution se décompose en la faisant bouillir ; elle devient émulsive & de couleur bleue ; il s'en précipite une poudre bleue qui n'a point de propriétés salines, & qui se comporte en tout comme la matière jaune, dont elle ne diffère que par un peu de phlogistique qu'elle a enlevé à l'alkali volatil ; 2°. par la calcination, ce sel devient d'abord bleu & ensuite jaune, & conserve cette couleur après le refroidissement : ce résidu n'est point fusible, par lui-même, au chalumeau. 3°. Avec l'acide vitriolique, il donne un précipité bleu. 4°. L'alkali fixe en dégage de l'alkali volatil. 5°. La liqueur filtrée, après la régénération de la *tungstène*, par l'eau de chaux, contient du nitre calcaire. 6°. Enfin, cette combinaison est beaucoup plus foible que celle de l'alkali fixe. »

III. On ne peut douter maintenant que la poudre blanche ne soit un sel composé qui retient avec la terre du nouveau métal une portion d'alkali & de l'acide précipitant. S'il n'y avoit d'autre conséquence à en tirer que la possibilité d'une combinaison saline à trois parties, je n'aurois pas tant insisté sur les preuves d'un fait dont nous avons déja nombre d'exemples : mais il se présente ici un phénomène d'un ordre nouveau ; il faut reconnoitre une matière qui par elle même ne manifeste pas les caractères acides, & qui les acquiert en se combinant avec des bases dont l'effet ordinaire est de les masquer : on doit savoir gré à MM. d'Elhuyar de n'avoir rien négligé pour mettre cette observation à l'abri de toute contradiction, elle ne forme pas la partie la moins intéressante de leur travail.

S'il étoit toujours nécessaire qu'un acide étranger intervint pour la décomposition des mines blanche & noire de tungstène, peut-être auroit-on peine à se déprendre de l'idée que c'est ce même acide qui se retrouve assez à nud dans la poudre blanche pour altérer les couleurs bleues végétales, & on pourroit étendre ce soupçon jusqu'aux opérations où l'on n'a employé que des acides destructibles, & où il ont été exposés à un feu capable de les détruire ; mais MM. d'Elhuyar se sont assurés que la chaux jaune de tungstène, même celle produite par la seule calcination du régule par le feu, lorsqu'elle étoit rendue soluble par son union avec l'alkali volatil, acquéroit la propriété de rougir le papier bleu, si on l'exposoit à une chaleur capable de volatiliser une portion de la base alkaline : voilà donc cette fois une chaux de tungstène qui montre bien sensiblement les caractères acides, sans

que

que l'on puisse dire qu'ils sont dus à quelque acide étranger.

Ainsi, en avouant avec MM. d'Elhuyar que la *poudre blanche contient* bien réellement *un acide particulier*, nous devons en même-temps conclure avec ces Chymistes que la *matière jaune* est la chaux pure, le véritable acide de la tungstène.

Il est très-probable que cette chaux n'est insipide que parce qu'elle est insoluble, puisque rendue soluble par l'alkali volatil, qui ne peut qu'affoiblir ses propriétés acides, elle en retient encore assez pour les rendre très-sensibles, pour peu qu'elle se trouve par excès.

Ce fait présente encore bien des conséquences importantes, par rapport à la théorie générale des chaux métalliques; il confirme ce que j'ai dit ailleurs de la précipitation de l'or par l'étain, de la combinaison des chaux de cuivre, de fer, &c. avec les alkalis comme bases. (*Voyez* ACIDE, ACIDE MÉTALLIQUE, &c.) Il semble établir un passage entre celles de ces chaux qui sont solubles & piquantes, comme celles de l'arsenic, de la molybdène, & celles qui ne manifestent la propriété acide qu'en s'unissant à des bases; il nous conduit à penser que ces derniers n'en sont pas moins dans un état actuel d'acidité parfaite; il nous découvre enfin de nouveaux procédés à tenter pour confirmer ces conjectures.

Il n'est pas difficile maintenant d'expliquer la nature de ce nouvel acide; il est formé comme tous les autres, d'une base acidifiable de son genre, qui est la terre métallique, & de l'air vital ou principe acidifiant. Les preuves de l'existence de ce dernier ne sont pas équivoques : on n'obtient la matière jaune que par la calcination avec le concours de l'air; elle ne se trouve pas après les distillations en vaisseaux clos & avec des substances phlogistiques. MM. d'Elhuyar on fait calciner 60 grains de tungstène qui n'étoit encore qu'imparfaitement réduite, puisque ce n'étoit qu'une réunion de globules métalliques qui se séparoient sous les doigts; cependant elle prit dans cette opération $\frac{24}{100}$ d'augmentation de poids; au contraire, 100 grains de chaux jaune en perdirent 40 lorsqu'on la traita avec les flux réductifs : nous savons présentement que ces augmentations & diminutions de poids n'ont d'autre cause que l'air vital qui se fixe dans la chaux, qui s'en sépare lors de la réduction.

On pourroit penser que la chaux jaune insoluble & sans saveur n'est encore que dans un état moyen entre l'acide & le régule, à-peu-près comme la chaux blanche d'arsenic, & qu'elle n'acquiert comme celle-ci, l'état d'acide parfait, qu'en recevant une nouvelle portion du principe acidifiant. Cette conjecture ne seroit pas sans vraisemblance, si cette chaux ne donnoit des signes d'acidité qu'après avoir été traitée avec l'acide nitreux qui communique si volontiers une portion de son air vital aux matières qu'il dépouille de leur phlogistique; mais nous avons vu que la chaux de tungstène faite par le feu fournit avec l'alkali volatil un sel soluble & susceptible de manifester un excès d'acide par simple évaporation d'une partie de la base; il ne seroit pas facile d'indiquer dans ces circonstances où & comment cette chaux pourroit prendre une nouvelle portion d'air vital; on doit donc la regarder comme étant actuellement, & avant toute combinaison, dans l'état d'acide parfait, malgré son insolubilité.

IV. Ce n'est pas seulement la rareté des mines de tungstène (1), c'est encore plus la difficulté de présenter son acide aux différentes base, qui a empêché jusqu'à ce jour de déterminer ses affinité & les propriétés de ses combinaisons.

Quand la substance sur laquelle on veut éprouver l'action de cet acide peut être mise elle-même en état fluide, comme les alkalis, la combinaison se fait facilement, & je ne puis douter qu'elle n'ait également lieu avec l'eau de chaux, puisque M. Schéele a régénéré la mine blanche de tungstène, en y faisant bouillir le précipité blanc qu'il avoit obtenu en reprenant l'alkali volatil par l'acide nitreux.

Dans l'état contraire, c'est-à-dire, lorsque la substance à dissoudre ne peut être mise en état fluide, on a la ressource de faire des combinaisons par échange de bases, en portant, par exemple, dans les dissolutions terreuses & métalliques une dissolution du sel formé par la chaux jaune & l'al-

(1) Quelques naturalistes qui ont voyagé en Allemagne m'ont assuré que l'on y rencontroit assez communément le volfran, & que si l'on n'avoit pas pris jusqu'à présent la peine de le ramasser, c'est parce qu'on ne lui connoissoit aucune valeur; mais ce n'est pas seulement sur ce rapport que les Chymistes peuvent fonder l'espérance d'avoir bientôt cette mine en abondance pour multiplier les essais. Je reçois à l'instant le cahier des annales de M. Crell, pour le mois de juin 1785, & j'y trouve une lettre de M. Raspe, de la province de Cornouailles, qui annonce la découverte de deux mines de tungstène dont on peut tirer plusieurs milliers de tonneaux, chacun du poids de 20 quintaux. Cette mine se présente sous deux formes différentes; l'une est un filon très-pesant, l'autre a l'apparence de mine de fer ochreuse; mais toutes les deux donnent le tiers ou même la moitié de leur poids de poudre jaune; cette poudre devient bleue par la digestion avec la dissolution muriatique d'étain; elle devient blanche avec l'alkali volatil, &c. Ainsi les expériences de M. Raspe confirment encore, pour les faits principaux, celles de MM. Schéele, Bergman & d'Elhuyar. Quoique ce savant parle de ces mines comme étant très-difficiles à fondre & à réduire, il paroît néanmoins qu'il est parvenu à en retirer le régule dans la proportion de 37,3 par quintal de la première, & de 36,5 pour la seconde; il ajoute que ce régule ne tient que très-peu de fer, qu'il est extrêmement fixe & réfractaire au feu, qu'il entame le verre comme l'acier le mieux trempé, & qu'il pourroit peut-être servir dans quelques fabriques à durcir des ouvrages de fer & d'acier.

kali volatil ; c'est ainsi que M. Schéele a décomposé le nitre calcaire, que MM. d'Elhuyar ont précipité les dissolutions vitrioliques de fer, de cuivre & de zinc, celles d'alun, de muriate mercuriel, d'acète de cuivre & de plomb. Mais dans toutes ces opérations, il y a toujours double affinité dont il est nécessaire de tenir compte.

Suivant les principes de la nomenclature méthodique (*voyez* DÉNOMINATION), je donne le nom générique de *tungstites* à tous les sels formés de l'acide tungstique uni à une simple base, & celui de *tungstites trisules* aux sels où il entre en combinaison avec deux autres substances : ainsi, on trouvera aux articles TUNGSTITE AMMONIACAL, TUNGSTITE BAROTIQUE, TUNGSTITE DE ZINC, TUNGSTITE TRISULE DE POTASSE, &c. &c. ce qui est connu jusqu'à présent des propriétés de ces sels.

Pour tenter de nouvelles combinaisons, ou même pour parvenir à déterminer les affinités directes simples de cet acide, il me semble que la meilleure manière de l'employer est de le prendre en état de tungstite ammoniacal avec excès d'acide, c'est-à-dire, de rendre d'abord la chaux jaune soluble par son union avec l'alkali volatil, & de faire ensuite évaporer au bain de sable, non-seulement la portion surabondante d'alkali que retient toujours ce sel, mais encore tout ce qu'il peut perdre de ce qui est nécessaire à sa saturation, jusqu'à ce que la chaux jaune commence à se précipiter. Il est aisé de concevoir que l'action qu'il exercera dans cette condition sera plus propre à faire connoitre le degré d'énergie de sa force dissolvante. Mais si l'on veut qu'il ne reste que le moins possible d'alkali, on ne doit pas s'en rapporter uniquement à l'altération en rouge du tournesol ; j'ai observé que dans le progrès de cette évaporation, il y avoit un instant où le papier bleu & le papier teint par le jus de mauve, plongés en même-temps dans la liqueur, étoient très-sensiblement altérés, l'un en rouge, l'autre en verd : cette propriété se maintint assez de temps pour me donner le loisir de vérifier à plusieurs reprises un fait aussi nouveau : de quelque manière que l'on l'explique, il prouve la nécessité de se servir ici de préférence d'un réactif qui marque à la fois l'acide & l'alkali, mais sur-tout le dernier, & de n'arrêter l'évaporation que quand il ne donne plus aucun signe d'alkalinité.

On pourroit peut-être aussi employer dans les mêmes vues la chaux jaune pure, mise en état d'émulsion par la trituration avec l'eau distillée, dont j'ai parlé d'après l'observation de MM. d'Elhuyar, soit en aidant son action par la chaleur, soit en la présentant dans cet état de demi-fluidité à des sels déja dissous, dont on voudroit tenter la décomposition.

En attendant que les expériences soient assez multipliées, je ne puis établir le système de ses affinités que sur des probabilités. Il paroit préférer les terres aux alkalis, puisque M. Schéele a régénéré la mine blanche, ou tungstite calcaire natif, en mêlant de l'eau de chaux à la dissolution du précipité blanc ; & si le méphite de potasse décompose au creuset le tungstite calcaire, ce n'est qu'à la faveur d'une double affinité, comme il arrive avec le spat fluor. En considérant sa nature métallique & quelques-uns des phénomènes précédemment décrits, je crois pouvoir indiquer ses affinités *par la voie humide* dans l'ordre suivant, qui est aussi celui de l'acide arsenical.

Le calce.
Le barote.
La magnésie.
La potasse.
La soude.
L'ammoniac.
L'alumine.
Les substances métalliques.
Le phlogistique.

Par la voie sèche, l'alkali volatil cédera de même la place aux substances métalliques, & *le phlogistique* occupera le premier rang.

Je ne puis terminer cet article sans rapprocher quelques observations qui prouvent jusqu'à l'évidence la grande affinité de cette chaux acide avec le phlogistique, & qui, sous ce point de vue, ne seront pas inutiles à la résolution de la question élevée aujourd'hui par quelques-uns des plus célèbres Chymistes sur l'existence même du phlogistique.

1°. L'acide tungstique le plus pur est naturellement d'un beau jaune, il tourne au bleu lorsqu'on le laisse dans un endroit éclairé ; ce changement est plus prompt & plus marqué lorsqu'on l'expose au soleil.

2°. Il prend la même couleur lorsqu'on le traite à un grand feu, même seul, dans des creusets bien fermés.

3°. Après cette altération, ou même après une réduction plus avancée, il ne reprend la couleur jaune que par une calcination à l'air libre, & toujours avec augmentation de poids.

4°. Ces effets sont sur-tout sensibles avec le phosphate natif réduit en verre au feu du chalumeau, & chargé de chaux de tungstène. La teinte bleue paroit & disparoit à volonté, précisément comme le pourpre de la manganèse, suivant qu'on le présente à la flamme intérieure qui revivifie, ou à la flamme extérieure qui calcine les métaux.

5°. Même au feu de distillation, le tungstite ammoniacal laisse un résidu d'un bleu foncé, qui ne devient jaune que par la calcination à l'air libre.

6°. Le célèbre Rinman assure que lorsqu'on met de l'acide tungstique dans de l'acide muriatique,

que l'on y ajoute du fer, ou du zinc, ou de l'étain, la liqueur prend une couleur bleue. (*Juernets histor.* §. 248.)

Enfin, traitée avec l'acide acéteux par la voie humide, la chaux acide jaune devient bleue, même sans se dissoudre.

Ce n'est pas assez de prouver que l'air vital entre réellement comme partie constituante, soit dans la chaux, soit dans l'acide; la nouvelle théorie doit encore nous faire comprendre d'où viennent ces changemens, pourquoi ils ont lieu, tantôt par l'effet d'une forte chaleur, tantôt à une très-foible température; comment ils pourroient s'opérer sans cause matérielle, & s'il faut en admettre une qui se rencontre à-la-fois dans la chaleur, dans la lumière, dans la flamme bleue du chalumeau, dans l'alkali volatil, dans les métaux, dans l'acide acéteux, &c. comment peut-on ne pas reconnoître en même-temps la nécessité d'un principe qui peut seul communiquer des propriétés semblables à tant de substances si diverses, quelque nom & quelques caractères que l'on veuille lui assigner.

ACIDE VÉGÉTAL. On se sert quelquefois de cette expression pour désigner l'acide acéteux ou du vinaigre; mais dans ce sens elle est très équivoque, puisqu'elle convient généralement à tous les acides tirés du règne végétal.

On a proposé bien des divisions des acides végétaux; celle de M. Weigel a été regardée comme l'une des plus exactes; il en forme trois classes: les acides essentiels, ceux produits par la fermentation, & les acides empyreumatiques; mais il est aisé de voir que l'acide saccharin, par exemple, qui est formé de la partie huileuse du sucre & de l'air vital que lui fournit l'acide nitreux, ne trouveroit point de place dans cette division; & puisqu'il est certain que tout acide est végétal dès que sa base acidifiable est du règne végétal, & quelle en conserve les caractères, nous n'avons plus d'autre division à faire que celle des acides *actuels* dans les végétaux, & de ceux *produits* par nouvelle composition de quelques uns de leurs principes.

La *première classe* comprend ceux qui existent naturellement tout formés, tel que l'acide citronien qu'on obtient par expression, celui des fruits aigres qui altèrent en rouge les couleurs bleues végétales, & l'acide gallique que l'on découvre par la seule infusion dans l'eau. A cette classe appartiennent les acides qui, quoique non manifestes, peuvent néanmoins être considérés comme actuellement parfaits dans le végétal, & simplement masqués par quelque principe neutralisant; tel est l'acide benzonique que l'on retire du benjoin, aussi bien par l'eau que par la sublimation, qui est, à ce qu'il paroît, l'acide propre du baume de tolu, du storax & autres substances analogues qui fournissent de même un sel volatil acide concret. Tels sont les acides *tartareux*, *oxalin*, &c. que la nature ne nous présente que dans un état de demi-saturation qui m'a engagé à les nommer acidules; pourvu toutefois que leur séparation n'exige pas une décomposition rapide ou progressive des autres principes du végétal, ce que l'on peut encore regarder comme fort douteux, sur-tout par rapport à l'acidule tartareux; tel est enfin l'acide *malusien*, que je ferai connoître à la fin de cet article (1).

Nous placerons dans la *seconde classe*, 1°. les acides produits par la fermentation acéteuse, 2°. les acides retirés du sucre, & de toutes les huiles par l'acide nitreux, 3°. les acides empyreumatiques ou par distillation, tels que l'*acide lignique*, les esprits empyreumatiques de tartre, de miel, &c. &c. On verra que ces trois espèces se rapprochent en effet, en ce que tous ces acides diffèrent essentiellement de ceux qui préexistoient dans les végétaux, & parce qu'ils reçoivent d'ailleurs l'air acidifiant ou une nouvelle dose de ce principe, soit de matières étrangères, soit d'une autre partie du végétal résoute en ses élémens. L'*acide tartareux empyreumatique* diffère tellement de l'acide actuel du tartre, qu'on ne peut s'empêcher de reconnoître une nouvelle élaboration par le feu, qui a séparé quelques matières, réduit les autres à un état plus simple, changé du moins les proportions, & peut être laissé dans le nouveau composé un peu de matière calorifique.

Je ne dissimulerai pas qu'il est souvent très-difficile de déterminer le point où commence l'altération par la fermentation acide, & à plus forte raison, qu'elle part peuvent avoir l'accession de l'air, de la lumière & de la chaleur, dans les changemens que subit le végétal même encore vivant. Un fruit d'abord insipide acquiert en croissant une saveur aigre très-marquée; il est doux quand il est mûr, & il redevient acide par la fermentation. On ne croira pas sans doute que dans ces différentes périodes le végétal recèle toujours le même acide tout formé, masqué dans un temps, moins déguisé dans un autre, & à la fin tout-à-fait mis à nud; l'acide tout formé aujourd'hui est donc réellement, à l'égard de celui qui y existoit quelques jours auparavant, le produit d'une composition nouvelle, & sous ce point de vue, on peut dire que notre division est établie sur une base très-précaire: mais c'est un inconvénient attaché à la chose même, & commun à toutes les méthodes de classification dans les sciences naturelles; elles n'en sont pas moins d'une utilité évidente quand elles

(1) On y trouvera aussi des remarques importantes sur les acides *benzonique*, *citronien*, *oxalin* & *saccharin*. Cet article devant être lu le premier dans l'ordre méthodique, je ne puis mieux placer ce que de nouvelles découvertes me mettent dans le cas d'ajouter à leurs articles particuliers.

présentent distinctement quelques rapports essentiels, & quoiqu'elles ne puissent jamais embrasser ni l'ensemble des caractères, ni la succession des opérations spontanées de la nature sur un même sujet.

Les acides végétaux sont moins simples, moins fixes, & plus susceptibles de décomposition par le feu que les acides qu'on appelle minéraux : ils doivent ces propriétés à la texture organique de leur base acidifiable. Il n'y a pas long-temps que l'on ajoutoit qu'ils étoient moins puissans, qu'ils cédoient les bases à tout acide minéral; on sait présentement que les acides saccharin & oxalin prennent la terre calcaire, même à l'acide vitriolique.

M. Becker a tenté de confirmer par des expériences l'opinion de l'illustre Linné, que le rouge étoit produit par un acide dans tout le règne végétal, & que cette couleur n'étoit que la couleur bleue ou verte altérée (*experimenta circa mutationem colorum*, *&c. Gotting*, 1779.) Mais si cette théorie étoit généralement fondée, toute plante colorée en rouge devroit donner des signes d'un acide développé, & une juste dose d'alkali devroit retablir la couleur primitive; or, il s'en faut beaucoup que les faits s'accordent avec ces conséquences nécessaires.

Il y a long-temps que l'on a soupçonné vaguement qu'il n'y avoit qu'un même acide végétal; MM. Hermstadt & Crell ont cherché en dernier lieu à vérifier cette opinion. Tant qu'elle n'a eu d'autre fondement que la possibilité de retirer de l'acide saccharin de plusieurs de ces acides, & particuliérement du tartre & du vinaigre, on n'en pouvoit rien conclure, soit à cause de la petite quantité que ces substances en donnoient, & qui étoit bien éloignée de répondre à l'idée d'une véritable conversion de l'un en l'autre, soit parce que l'acide saccharin pouvant être retiré, ou, pour mieux dire, produit avec toutes les huiles, il en résultoit évidemment que les *acides végétaux* ne fournissoient non plus à cette nouvelle composition qu'une même matière susceptible d'être acidifiée & non pas actuellement acide, ni à bien plus forte raison acide de tel ou tel genre.

Le célèbre Schéele avoit bien remarqué que le sucre & la gomme, traités avec la manganèse & l'acide nitreux, donnoient du vinaigre dans le récipient; qu'on en trouvoit après la décomposition des éthers; & que le tartre se comportoit comme le sucre, dans la dissolution de la manganèse par l'acide nitreux (*Mém. de chym.*, *Edit. fr. tome* 1, *pag.* 75, *tome* 2, *pag.* 126). Ces observations confirmées depuis par d'autres Chymistes, ne tendoient encore qu'à faire considérer l'acide acéteux, ou du moins la base de cet acide, comme existant actuellement dans le tartre, dans le sucre, dans l'esprit-de-vin, dans l'éther; mais il faut avouer que M. Crell vient de mettre dans un jour bien séduisant la doctrine de la conversion de l'un de ces acides en l'autre; comme ses preuves sont toutes de fait, je les exposerai ici telles qu'il les a lui-même résumées dans une lettre à M. d'Arcet. (*Journal physique tom. XXVII*, *pag.* 297.)

1°. Si on fait bouillir le résidu d'alcohol nitreux ou esprit de nitre dulcifié avec beaucoup d'acide nitreux, en ayant soin d'adapter des vaisseaux pour en concentrer la vapeur; qu'on sature avec de l'alkali, ce qui aura passé dans la distillation, on obtient du nitre & de l'acète de potasse. Si on en sépare le dernier par l'esprit-de-vin, on en peut retirer du vinaigre par le procédé ordinaire.

2°. Si on fait bouillir de rechef le résidu avec l'acide nitreux, on obtient les mêmes produits; plus on répète cette opération, moins on obtient d'acide saccharin, & même à la fin on n'en trouve plus aucun indice.

3°. Si on fait bouillir l'acide saccharin pur, déjà tout formé, avec 12 à 14 parties d'acide nitreux, le premier disparoît. On trouve dans le récipient de l'acide nitreux phlogistiqué, du vinaigre, de l'acide méphitique, de l'air vital ou déphlogistiqué, & dans la cornue un peu de terre calcaire.

4°. Si on fait bouillir l'acide saccharin avec six parties d'acide vitriolique, on trouve du vinaigre, de l'acide vitriolique phlogistiqué, de l'acide méphitique, & dans la cornue de l'acide vitriolique très-pur.

5°. En saturant le résidu de l'alcohol nitreux, ou esprit de nitre dulcifié, avec la craie, on obtient un sel indissoluble qui, traité avec l'acide vitriolique, donne un vrai acide tartareux; car il forme avec la potasse de l'acidule tartareux ou crême de tartre.

6°. En évaporant le fluide, dont on a séparé le tartre calcaire, on obtient une matière noirâtre, qui, à la distillation donne un acide du tartre empyreumatique & un charbon spongieux.

7°. En faisant bouillir une partie d'acide saccharin & une partie & demie de manganèse, avec suffisante quantité d'acide nitreux, la manganèse est presque entiérement dissoute, & il passe dans le ballon du vinaigre & de l'acide nitreux déphlogistiqué.

8°. En faisant bouillir de l'acide tartareux & de la manganèse avec de l'acide vitriolique, la manganèse se dissout, & on trouve du vinaigre & de l'acide vitriolique.

9°. En mêlant l'acide tartareux, la manganèse & l'acide nitreux, & les faisant bouillir, on obtient du vinaigre, de l'acide nitreux phlogistiqué, & la manganèse est dissoute.

10°. En faisant digérer pendant quelques mois de l'acide tartareux & de l'esprit-de-vin, tout se change en vinaigre, & l'air des vaisseaux de-

vient partie gas acide méphitique, partie air nuisible ou plogistiqué.

11°. En faisant digérer l'acide saccharin & l'esprit-de-vin pendant quelques mois, tout devient vinaigre, & l'air des vaisseaux est changé en gas acide méphitique.

12°. En faisant bouillir l'esprit-de-vin avec l'acide vitriolique & la manganèse, il se change en vinaigre & en air phlogistiqué.

13°. En distillant plus de vingt fois l'esprit-de-vin sur l'alkali fixe caustique, il devient vinaigre, & on obtient beaucoup d'eau.

M. Crell conclut de ces faits que l'esprit de vin est composé d'acide tartareux, d'eau & de phlogistique; que c'est *un acide dulcifié naturel*; que l'acide nitreux mêlé en quantité médiocre en sépare le tartre; qu'une plus grande quantité d'acide nitreux convertit l'acide du tartre en acide saccharin & en phlogistique; qu'en ajoutant encore une nouvelle quantité d'acide nitreux, l'acide saccharin est lui-même converti en vinaigre. Ainsi, suivant ce Chymiste, l'acide tartareux, l'acide saccharin & l'acide acéteux, ne sont que des modifications d'un même acide, contenant plus ou moins de phlogistique : l'acide tartareux en a le plus, l'acide saccharin un peu moins, & l'acide acéteux encore moins que les deux autres.

Il ne faut pas sans doute prendre à la lettre l'expression d'*acide dulcifié naturel*, puisque l'esprit-de-vin étant employé tout entier, & non pas seulement son phlogistique, pour la dulcification des acides en général, le premier se trouveroit toujours dans un ordre de composition moins avancé que les produits d'une vraie dulcification, & il n'est pas de condition qui fasse plus d'obstacle au rapprochement.

Les autres conséquences de M. Crell sont plus solidement déduites; cependant comme il ne fait point état de l'air vital acidifiant, qu'il est très-probable que ses proportions ne changent pas moins dans ces composés que celles du phlogistique, qu'il est sur-tout démontré que dans la formation de l'acide saccharin il se fixe une portion considérable de l'air vital que laisse aller l'acide nitreux (*voyez* ACIDE SACCHARIN), il me semble que pour s'en tenir à une conclusion exacte, il faut dire seulement que les acides tartareux, saccharin & acéteux ont un *radical* primitif commun; que ce principe existe dans le sucre, dans le vin, dans le tartre, dans l'esprit-de-vin & dans une infinité d'autres substances, quelquefois en état de l'un de ces acides, quelquefois sans être acidifié; que suivant la dose de phlogistique qu'il perd ou qu'il reçoit, & la capacité de saturer en conséquence plus ou moins d'air vital en état de combinaison parfaite, il constitue les bases acidifiables de l'un ou de l'autre de ces acides.

C'est une chose remarquable que l'acide saccharin qui, dans ce systême, se trouve dans un état intermédiaire entre celui du tartre & du vinaigre, soit cependant le plus fixe & le plus puissant. On sait que les derniers subissent une décomposition spontanée à la température moyenne (*voyez* ACIDE TARTAREUX); & l'acide saccharin reprend la base calcaire, même à l'acide vitriolique. On ne concevroit pas aisément que cette propriété dépendît uniquement d'une dose moyenne de phlogistique.

Mais s'il est impossible de rendre raison de tous les phénomènes par le phlogistique seul, je n'ai pas besoin de faire remarquer quelle tâche ces nouveaux faits imposent aux Chymistes qui se flattent de tout expliquer par l'addition & la soustraction de l'air vital : cette théorie, séduisante par sa simplicité & par les applications ingénieuses qu'ils en ont faites, les avoit déja conduit à supposer que le sucre existoit tout entier dans l'acide saccharin : que sera-ce présentement, qu'il leur faut retrouver le sucre dans le tartre, le radical acéteux dans le sucre, la base acidiable tartareuse dans l'esprit-de-vin; sans qu'ils puissent assigner ce qui rend actuellement ces corps si différens, ni ce qui détermine ou suspend leur affinité directe avec le principe acidifiant? Il suffit de considérer un instant les propriétés si diverses de ces composés pour se convaincre que ce n'est déja pas trop de deux principes pour produire tant de variétés; je ne doute nullement que le calorifique, dont on n'a pas tenu compte jusqu'à présent, ne joue un rôle très-important dans quelques-unes de ces compositions; la capacité de chaleur si disproportionnée entre le tartre & le sucre & plus encore le 13e. fait de M. Crell bien vérifié, me paroît fournir un commencement de preuve de cette conjecture.

Après avoir établi les caractères qui rapprochent les trois principaux acides du règne végétal, qui s'appliqueront probablement par la suite à un bien plus grand nombre, & qui embrassent déja tous ceux que l'on a fait servir à la production de l'un ou de l'autre de ces trois acides, il n'est pas moins important d'examiner les propriétes qui les distinguent; car quand même la conversion en seroit plus facile, la chymie & les arts ne consentiroient pas pour cela à renoncer à l'usage qu'ils en font journellement dans les degrés de composition qui les rendent précieux, & appropriés aux différentes circonstances.

Il y a un très-grand nombre d'acides végétaux. J'ai déja annoncé que je traiterois dans des articles séparés les acides *citronien*, *benzonique*, *gallique*, *oxalin*, *tartareux*, *acéteux*, *saccharin*, *sirupeux* & *lignique* : je réunirai ici, à l'exemple du célèbre Léonhardi, ceux qui sont moins connus, sur lesquels la chymie s'est encore peu exercée, pour recueillir les observations qui peuvent servir à déterminer leurs caractères & leurs propriétés.

I. Quoique les botanistes aient jusqu'ici donné peu d'application à reconnoître les propriétés des plantes, même celles qui se décèlent d'une manière prompte & si commode, par le seul attouchement des papiers réactifs, cependant on ne peut douter que la plupart des végétaux contiennent, dans quelques-unes de leurs parties, un suc dont l'acide est assez développé pour rougir sur-le-champ le papier coloré par l'infusion de tournesol; mais ces observations n'ayant été ni assez étendues, ni rapprochées méthodiquement pour en déduire quelques conséquences sur la formation de ces acides, sur les époques où il deviennent manifestes, sur leur analogie entre eux, & avec les acides plus connus du même règne, je me garderai bien d'en entreprendre ici l'énumération, & il suffira d'en donner quelques exemples.

On sait que le *giroflier jaune*, la *bardane*, la *filipendule*, le *cresson d'eau*, l'*herbe à Robert*, &c. &c. rougissent très-sensiblement le papier bleu; il en est de même des feuilles de la *grande valérienne*, des fruits de l'*alkékenge*, du *cornouiller*, &c. &c., de l'écorce de *bourdaine*, de la racine d'*aristoloche*, &c. J'ai moi-même observé cette altération du papier coloré par le tournesol sur plusieurs fruits, & ce qui m'a le plus étonné, sur des *pommes* reinettes cueillies nouvellement, & sur des *figues*; ces dernières à la vérité n'étant pas en pleine maturité.

Pour reconnoître l'analogie & la différence qui existent entre les acides du règne végétal, M. Monro est parti de ce principe, qu'un acide identique doit donner constamment le même sel neutre avec le même alkali, & il a communiqué à la société royale de Londres en 1767, les résultats d'un grand nombre d'expériences faites de cette manière avec la soude ou alkali minéral sur les acides végétaux naturels, fermentés & distillés. (*Transact. philos. vol. 57, pag. 479.*)

Ayant pelé & coupé en morceaux deux douzaines de *pommes d'été*, il versa dessus de l'eau dans laquelle il avoit fait dissoudre auparavant deux onces de soude, & laissa le tout en repos pendant six jours; la liqueur se trouva presque neutre, ne faisant effervescence ni avec les acides ni avec les alkalis; elle fut filtrée, évaporée jusqu'à pellicule, & mise au frais; & dix jours après, elle fournit un très-beau sel crystallisé en petits feuillets ronds, très-délicats, transparens, posés de champ. M Léonhardi ajoute, qu'avec le fer & les pommes de Borsdorf on prépare une teinture martiale.

Le jus de *mûre* clarifié par les blancs d'œuf, & saturé de soude, a donné à M. Monro un sel pulvérulent, sans figure régulière, qui, par des dissolutions & évaporations répétées, a enfin laissé des crystaux allongés, les uns plus minces, les autres plus épais, & qui s'entrecroisoient.

Le même académicien a obtenu de la *pêche* & de l'*orange*, toujours avec l'alkali minéral, de petits crystaux cubiques ou rhomboïdaux.

La *prune verte* lui a donné, après plusieurs dissolutions & crystallisations, un sel neutre qui à la fin s'est crystallisé, sans évaporation, en grosses tables hexagones, & partie en larges rhombes. Ce sel avoit une saveur chaude, & étoit soluble dans trois ou quatre fois son poids d'eau froide.

Il a eu avec la *groseille rouge*, par évaporation & refroidissement, de petits crystaux rhomboïdaux fort durs, ne s'altérant point à l'air, & dont la saveur ressembloit à celle du sel neutre résultant de la combinaison de l'acide citronien avec la même base.

La *groseille verte* a produit une croute saline formée de petits crystaux rhomboïdaux & couverte d'écailles minces brillantes.

Le *raisin* verd a donné à M. Monro, par le même procédé & au moyen des dissolutions répétées, un sel neutre en petits crystaux cubiques, rhomboïdaux ou parallélogrammatiques, superposés & s'entrecroisant les uns les autres.

Le suc *de ciguë* a donné à M. Baumé un sel de couleur rousse, en petits crystaux irréguliers, presque sans saveur, peu soluble, dont la dissolution rougissoit l'infusion de tournesol, précipitoit en blanc les nitres d'argent & de mercure, donnoit par l'addition de l'alkali fixe en liqueur un précipité blanc très-abondant, brûloit au feu en exhalant une odeur herbacée, & laissoit une cendre grise qui communiquoit à l'eau une légère saveur styptique, & la propriété de verdir le sirop violat. *Elémens de pharmacie.*

A l'article sel volatil de l'Encyclopédie, il est fait mention de l'acide spontané, nud du *marum*.

M. Rinman, dans son histoire du fer, met les fruits du *sorbier* & du *prunellier* au nombre des substances qui peuvent décaper ce métal, à cause de leur acide. (*Part.* 1, §. 15.)

Je ne fais pas ici mention du *tamarin* ni du *sumach*, parce qu'il est maintenant bien prouvé qu'ils contiennent le même acide que le tartre. (*Voyez* ACIDE TARTAREUX.) Il y a lieu de croire qu'il en est de même de l'*épine-vinette* (berberis), puisque, suivant l'observation citée par M. Léonhardi, le jus qui en est exprimé, mêlé avec le jus de limon, mis en digestion au feu de sable, puis porté au frais, donne un sel acide concret de la nature du tartre. D'après ce que dit Angelus Sala, du sel formé dans le jus exprimé de la *mélisse*, des sels essentiels acides ou acidules du *chardon-béni*, du *houblon* (humulus lupulus), de la racine d'*arrête-bœuf* (ononis), de la germandrée d'*eau* (teucrium scordium) & de la *sauge*, on peut conjecturer que toutes ces plantes donneroient un vrai tartre. On en trouvera certainement bien d'autres par la suite qui mériteront d'être rapprochées à raison de l'existence de cet acide, lorsqu'après avoir enfin fixé sa langue, la botanique s'occupera à établir aussi des divisions par les parties constituantes & les propriétés chymiques.

M. Hermſtadt s'eſt appliqué en dernier lieu à reconnoître les caractères de l'acide de la *ceriſe aigre*, dont il avoit exprimé le jus avec l'attention de ne pas briſer les noyaux, pour n'y pas porter de l'huile. (*Chemiſche annal.* 1785, *part.* 5.)

Cette liqueur mêlée avec l'eau de chaux a pris une couleur rouge tournant au violet, & il y a eu un peu de précipité.

Mêlée à la diſſolution acéteuſe de plomb, il y a eu ſur-le-champ un précipité d'un beau bleu; l'addition de l'acide nitreux a non-ſeulement fait diſparoître le précipité, mais a rétabli la couleur rouge plus belle qu'auparavant.

Elle n'a pas troublé tout de ſuite la diſſolution nitreuſe d'argent; mais, après quelques minutes, le mêlange eſt devenu brun, il s'eſt formé un précipité de même couleur, qui n'a pas été rediſſous par l'addition de l'acide nitreux.

La diſſolution nitreuſe de mercure a été précipitée d'un rouge pâle, l'acide nitreux a rediſſous le précipité.

Une diſſolution pâle de zinc eſt devenue, par le mêlange, d'un rouge brun qui s'eſt encore un peu foncé par l'addition de nouvel acide nitreux.

La diſſolution de muriate mercuriel corroſif a donné un précipité d'un rouge pâle.

M. Hermſtadt a cherché enſuite dans cette liqueur l'acide ſaccharin qui eſt, ſuivant lui, le principe de tous les *acides végétaux*, & l'a traitée à la diſtillation avec l'acide nitreux. Après pluſieurs eſſais infructueux pour porter à la cryſtalliſation ce ſel acide qui s'étoit déjà manifeſté, en formant avec la terre calcaire un précipité que l'acide vitriolique n'avoit pu décompoſer, ce Chymiſte prit le parti de diſtiller d'abord à la cornue deux livres de jus de ceriſe exprimé, pour le débarraſſer de ſon eau ſurabondante; le réſidu qui ne peſoit plus que huit onces étoit rouge, épais & ſenſiblement plus acide qu'auparavant; la liqueur du récipient n'avoit rien de ſpiritueux.

Ces 8 onces de matière épaiſſe furent remiſes dans une cornue, au bain de ſable, avec égale quantité d'acide nitreux foible mais très-pur; le mêlange bouillonna conſidérablement, fournit une grande quantité de vapeurs rutilantes, perdit ſa couleur rouge, & devint d'un beau jaune. Après la diſtillation de la plus grande partie de l'acide nitreux, il ſe trouva dans la cornue environ 4 onces de liqueur encore un peu brune qui, pendant le refroidiſſement, dépoſa une matière terreuſe, mêlée de quelques petits cryſtaux. M. Hermſtadt crut d'abord que ces cryſtaux pouvoient être formés de l'acide nitreux uni à la baſe alkaline, qu'il ſoupçonnoit dans le jus de ceriſes en partie neutraliſée par l'acide tartareux comme dans le tartre; mais ils n'avoient aucune des propriétés du nitre. La liqueur de nouveau évaporée donna une maſſe ſaline du poids 2 gros, compoſée de cryſtaux, partie en priſmes, partie en pyramides, qui avoient la ſaveur d'un ſel eſſentiel acide, qui couloient au feu, donnoient abondamment des vapeurs piquantes, & laiſſoient après leur combuſtion un peu d'alkali fixe.

La liqueur reſtante fut encore traitée avec l'acide nitreux, & en répétant les diſſolutions, les évaporations & les cryſtalliſations par refroidiſſement, ce Chymiſte parvint à ſéparer 5 gros de cryſtaux qui manifeſterent toutes les propriétés du véritable acide ſaccharin pur.

Ainſi, 2 livres de jus de ceriſe ont donné par cette opération 2 gros d'acidule tartareux, 5 gros d'acide ſaccharin & environ 20 grains de terre qui s'en ſont ſéparés dans le commencement. Cette terre examinée s'eſt trouvée, après l'édulcoration, blanche, légère, ſans ſaveur, non ſoluble dans l'acide nitreux, rougiſſant au feu du chalumeau ſans donner de vapeurs & ſans éprouver aucun changement. M. Hermſtadt avoue que la nature de cette terre lui eſt abſolument inconnue; il n'oſe même décider ſi elle eſt eſſentielle au jus de ceriſe, ou ſi elle ne s'y trouvoit que par accident; il remarque ſeulement qu'elle ne peut avoir été portée dans le mêlange par ſon acide nitreux qui étoit très-pur, que dans ce cas la ſéparation n'en eût pas été auſſi difficile, de même que ſi ç'eût été du tartre calcaire.

Si cette *terre ſingulière* n'eſt pas le produit de l'altération des vaiſſeaux, comme il arrive dans la diſtillation de l'acide ſirupeux, il eſt ſûr qu'elle mérite toute l'attention des Chymiſtes; mais il faut attendre le nouvel examen que M. Hermſtadt deſire lui-même.

Les autres conſéquences que ce Chymiſte tire de ſes expériences ſur le jus de ceriſe ſont: 1°. que ſa matière colorante n'agit pas moins que ſon acide pour la décompoſition des ſels métalliques, puiſque cette matière ſe fixe dans les précipités.

2°. Que puiſqu'il n'a point obtenu d'eſprit en diſtillant le jus de ceriſe ſeul, ni d'alcohol nitreux en le traitant avec l'acide nitreux, ce jus n'avoit ſubi aucune fermentation, & qu'il n'y a rien de ſpiritueux dans le ſuc des végétaux avant la fermentation.

3°. Que l'acide des ceriſes n'eſt que l'acide ſaccharin, ou plutôt l'acide tartareux qui devient acide ſaccharin par déphlogiſtication. Ce que j'ai dit au commencement de cet article annonce aſſez comment on doit entendre cette concluſion, & qu'en admettant la converſion même plus entière, elle ne prouve encore que l'identité d'un principe commun aux baſes acidifiables de ces divers acides.

Il reſte donc à ſavoir ſi ce n'eſt réellement qu'un ſeul & même acide qui donne les propriétés aux végétaux que nous diſons contenir un acide manifeſte, & en quel état il s'y trouve, ou ſi, au contraire, ce ſont autant d'acides actuellement différens

les uns des autres, qui ne peuvent être amenés que par décompoſition à l'état d'acide tartareux, & par plus grande décompoſition encore à l'état d'acide ſaccharin. Cette queſtion intéreſſe également la Chymie, les arts & la médecine qui eſt le premier des arts. Il y a grande apparence que dans la plupart des végétaux ce ſont en effet des acides actuellement différens; pluſieurs des obſervations que j'ai rapportées tendent à établir ce ſyſtême, & le Docteur Monro n'héſite pas de l'adopter; mais tous les Chymiſtes ne conviendront pas que la baſe ſur laquelle il établit ſes preuves ſoit bien ſolide, & il reconnoit lui-même que la figure des cryſtaux des ſels formés du même *acide végétal* a ſouvent varié très-ſenſiblement par des circonſtances dont il eſt impoſſible de ſe rendre maître dans de ſemblables opérations.

II. La claſſe des *acides végétaux* produits par nouvelle décompoſition de quelques-uns de leurs principes, nous offre beaucoup moins de variété que ceux qui y exiſtent avant leur altération.

1°. On ne forme des vinaigres qu'avec les fruits qui ſont ſuſceptibles de la fermentation vineuſe; auſſi tous les vinaigres ne diffèrent-ils que par ce qu'ils retiennent plus ou moins abondamment une partie extractive qui ne leur eſt point eſſentielle. M. Monro a trouvé que le ſel formé de jus de pomme aigri, ſaturé de ſoude, reſſembloit tellement à l'acète de ſoude, qu'on pouvoit en conclure que cet acide approchoit du vinaigre.

Il faut rapporter ici tous les vinaigres qui ſe préparent avec différens fruits, l'*eau ſûre* des amidonniers, & l'acide que donne le froment, ou encore mieux le ſeigle écraſé & mis en fermentation avec de l'eau chaude à la chaleur de l'étuve, ainſi qu'on le pratique en Suède pour l'uſage des manufactures de fer étamé. (*Rinman*, *Hiſtoire du fer*, §. 15.)

2°. Il n'y a pas plus de variété par rapport à l'acide ſaccharin; de quelque matière qu'on le tire, (& il y en a grand nombre d'eſpèces différentes qui peuvent ſervir à ſa préparation), il ne reçoit qu'un principe ſimple, dernier produit d'une analyſe qui a briſé tous les liens, diſperſé tous les élémens du compoſé végétal: ce principe ſe combinant avec l'air acidifiant, ne peut produire qu'un acide de même nature.

Il ne faut cependant pas conclure de là que toutes les fois que l'on décompoſe une ſubſtance végétale par le moyen de l'acide nitreux, il en réſulte toujours néceſſairement de l'acide ſaccharin. L'action de l'acide nitreux ſe borne ici comme dans la décompoſition des métaux, à trouver une baſe acidifiable, à la réduire à ſon état le plus ſimple, à lui enlever le principe inflammable dont la combinaiſon lui donnoit d'autres propriétés, & à lui laiſſer en échange ſon air acidifiant; il eſt donc poſſible qu'il trouve auſſi dans les végétaux des baſes acidifiables différentes de celle qui conſtitue l'acide ſaccharin, & pour lors il produira avec elles des acides différens. Ce que j'ai dit de l'action de l'acide nitreux ſur les huiles, ſur l'état réſineux où il les met, & la quantité d'air vital qui s'y fixe & qui ſe manifeſte par l'augmentation de poids (*Voyez* ACIDE NITREUX, §. VII.), ſemble annoncer qu'en ſuivant ces expériences, on pourra réellement former des acides qui, par le caractère particulier de leurs baſes acidifiables, nous feront connoitre les vraies cauſes des propriétés qui diſtinguent ces compoſés dans leur état naturel. Le nouvel acide que M. Koſegarten a retiré du camphre par le même procédé nous en fournit déja un exemple; cet acide n'étant pas encore aſſez connu pour faire la matière d'un article particulier, je dois du moins annoncer ici les principales expériences qui établiſſent ſon exiſtence & ſes caractères diſtinctifs.

Le camphre eſt une ſubſtance concrète, d'une odeur forte, très-volatile, très-inflammable, que l'on retire par ſublimation d'une eſpèce de laurier qui croît à la Chine & au Japon. J'expoſerai ſes propriétés plus en détail, lorſque je traiterai des huiles eſſentielles avec leſquelles il a la plus grande analogie.

Le procédé pour obtenir l'*acide du camphre* eſt le même que celui que l'on emploie pour retirer l'acide ſaccharin, & dont on peut voir la deſcription; mais il paroît qu'il exige des déphlogiſtications encore plus multipliées. On annonce que M. Koſegarten a diſtillé huit fois, ſur le camphre, de l'acide nitreux déphlogiſtiqué. (*Nouv. de la Républiq. des lettres*, *ann. 1785*, *n. 42 & 44*, *& Journ. Phyſ. tom. XXVII*, *pag. 298.*)

C'eſt ainſi qu'il eſt parvenu à en retirer un ſel en cryſtaux parallélipipèdes, qui a une ſaveur amère, dont la diſſolution rougit le ſirop violat & l'infuſion de tournesol. Les Chymiſtes étoient dans l'opinion que l'acide nitreux n'avoit point d'action ſur le camphre; c'eſt ce que dit préciſément Legendre qui crut avoir obtenu ſa décompoſition complette par l'acide vitriolique concentré, parce qu'une partie fut réduite en huile qui reſta fluide, & l'autre partie en charbon. (*Journ. de Médec. ann. 1771*, *tom. 36*, *page 247.*) Les auteurs des élémens de Chymie de l'académie de Dijon avoient diſtillé juſqu'à ſept fois la diſſolution du camphre dans l'acide nitreux, & ils n'avoient trouvé à la fin dans la cornue qu'une petite quantité d'une eſpèce de bitume, mais il faut faire attention que l'acide nitreux n'avoit pas été renouvellé dans ces diſtillations, & c'eſt ſans doute à cette condition que tient la décompoſition progreſſive du camphre avant qu'il ſe ſublime par l'effet de la chaleur.

Suivant M. Koſegarten, cet acide diffère de l'acide ſaccharin, en ce qu'il ne précipite pas la terre calcaire diſſoute dans l'acide muriatique, & par la manière dont il ſe comporte avec pluſieurs autres baſes.

Avec la potaſſe, il forme un ſel qui ſe cryſtalliſe en héxagones réguliers.

Avec

Avec la soude, il donne des crystaux irréguliers.

Avec l'ammoniac, il forme, en partie, des masses crystallines, en partie, des crystaux en aiguilles & en prismes.

Avec la magnésie, il forme un sel blanc pulvérulent qui se redissout dans l'eau.

Il dissout le cuivre, le fer, le bismuth, le zinc, l'arsenic & le cobalt. La dissolution de fer donne une poudre d'un blanc jaunâtre, qui est insoluble.

Avec la manganèse, il forme des crystaux dont les plans sont parallèles, & qui ressemblent en quelque façon aux basaltes.

Si les expériences confirment la qualité propre & distinctive de cet acide, il conviendra de lui donner une dénomination moins significative & d'où l'on puisse dériver le nom de genre de ces sels, suivant nos règles de nomenclature méthodique; je proposerai en conséquence de l'appeller *acide camphorique*, & ses sels des *camphorites.* Cet acide n'étant pas tout formé dans le camphre, n'existant au contraire que quand il a reçu le principe acidifiant d'une autre substance, il est évident que l'expression d'acide du camphre ne peut qu'induire en erreur. Nous verrons d'ailleurs que ce principe n'appartient pas exclusivement à une seule espèce; Neuman a tiré de l'huile essentielle de *thym* un vrai camphre, & même en assez grande abondance; d'autres l'ont trouvé dans les huiles de *cinnamomum*, de *thérébentine* de *menthe*, de *matricaire*, de *sassafras*, &c. J. F. Cartheuser indique encore plusieurs plantes dont il a été tiré en substance, ou dans lesquelles il s'annonce par le caractère de leur odeur. M. Dehne en a extrait de la coquelourde (*anemone pulsatilla L.*) Les Chymistes ne négligeront pas sans doute de vérifier ces observations par le nouveau moyen que leur fournit la découverte de M. Kosegarten, de reconnoitre les substances véritablement identiques avec le camphre, & s'ils trouvent qu'en effet quelques-unes de ces plantes recèlent une base acidifiable de la même nature, ils sentiront encore plus la nécessité d'approprier à l'acide qui en résulte une dénomination dont la valeur soit moins circonscrite.

J'avois d'abord pensé que l'on devoit mettre au nombre des acides non naturels, ou altérés par un autre acide, l'*acide citronien concret ou crystallisé* obtenu en dernier lieu par M. Schéele, en saturant d'abord cet acide avec la terre calcaire, & le dégageant de cette base par l'acide vitriolique sans distillation. (*Mém. de Chym. part. 2, pag. 202.*) Ce n'étoit ni la forme concrète, ni la nature de l'intermède qui fondoient cette conjecture; la première peut n'être que l'effet d'une dépuration plus exacte de la partie muqueuse étrangère; il n'y a pas de raison de penser que l'acide vitriolique exerce ici une action plus destructive que dans la décomposition du tartre calcaire, après laquelle l'acide tartareux se retrouve bien sûrement tel qu'il étoit auparavant; mais M. Schéele a observé que l'acide citronien crystallisé n'étoit pas converti en acide saccharin par l'acide nitreux, ce qui arrivoit à l'acide citronien extractif: une différence aussi marquée me paroissoit annoncer quelque changement dans la composition essentielle; cependant j'ai compris que ce pouvoit être la partie gommeuse & savonneuse qui fournissoit seul l'acide saccharin. On verra dans la suite de cet article (§. *de l'acide malusien*) que cela est beaucoup plus vraisemblable; de sorte que cette inconvertibilité devient elle-même le caractère distinctif de cet acide.

3°. Les acides empyreumatiques ou obtenus par distillation des végétaux ont dans leur odeur un caractère commun très sensible. On conçoit qu'ils ne doivent pas présenter autant de variétés que les acides actuels, puisqu'étant le produit immédiat d'une même opération & d'un agent assez puissant pour détruire la plus grande partie du composé végétal, leur base acidifiable doit se trouver réduite à une substance plus simple, & l'acide qui en résulte plus à nud, ou modifié d'une manière plus uniforme. Cependant cette probabilité ne doit pas être érigée en principe; le peu d'observations que nous avons sur ces acides annonce déja qu'il peut y en avoir de caractères différens, & même que l'empyreume, qui n'est essentiellement dû qu'à une portion d'huile brûlée, peut exister accidentellement dans des acides végétaux à qui le feu n'auroit d'ailleurs fait éprouver aucune autre altération: le vinaigre distillé en fournit un exemple qui établit parfaitement cette différence par comparaison avec l'acide tartareux par distillation. L'acide oxalin résiste mieux que l'acide tartareux à la chaleur de la distillation, mais on n'obtient que la portion qui étoit par excès dans le sel oxalin, & M. Schéele pense même que le peu d'acide que fournit par ce procédé l'oxalte calcaire est toujours un peu altéré par le feu. (*Crell, Chemisch. annal. 1785. part. 2.*)

On trouvera dans des articles séparés tout ce qui concerne ceux de ces acides qui sont les plus connus, tels que l'*acide lignique*, l'*acide tartareux par distillation*, & l'*acide sirupeux.* Je ferai ici une courte mention des autres, plutôt pour indiquer les recherches qui restent à faire, que pour déterminer leurs propriétés qui n'ont pas été suffisamment examinées.

Le *gayac*, dont la distillation sert depuis longtemps aux Chymistes à démontrer les produits de l'analyse par le feu des matières végétales dures & inodores, fournit un acide empyreumatique; mais, comme le remarque M. Macquer, il s'en faut bien qu'ils aient poussé sa rectification jusqu'où elle pouvoit aller, ce qui seroit intéressant. M. Monro a essayé sa combinaison avec la soude, & il a eu un sel neutre en crystaux longs & étroits, disposés en rayons autour d'un centre commun.

Le même académicien a distillé le *sapin* pour en retirer l'acide, il en a aussi formé un sel neutre avec la soude, & il a observé que sa crystallisation étoit très-différente du précédent, les crystaux plus confus & affectant une sorte de courbure.

Ces phénomènes de crystallisation ne forment pas, comme je l'ai dit, une preuve suffisante du caractère différentiel de ces acides, au moins jusqu'à ce qu'ils aient été observés sur plusieurs bases, & de manière à écarter les accidens si fréquens dans ces opérations; ainsi je ne les considérerai que comme un seul & même acide, semblable à celui que M. Goettling a retiré du *bouleau*, dont ce Chymiste a poussé plus loin la rectification, & qui me servira d'exemple pour indiquer leurs propriétés sous le titre d'*acide lignique*. Il est certain que tous les bois en fournissent plus ou moins, & le temps viendra sans doute que les arts en pourront tirer parti, si, comme le pensent MM. Wallerer & Rinman, il est possible de le recueillir dans la préparation du charbon. (*Hist. du fer*, §. 15.)

L'acide que l'on trouve dans la cucurbite *après la distillation du vinaigre*, & que M. Macquer avertit de ne pas confondre avec l'acide acéteux, peut être regardé comme un acide empyreumatique de la nature de l'esprit de tartre, & qui n'en diffère probablement que par une portion de vinaigre qui y reste, parce qu'on a soin d'arrêter la distillation avant que l'acide empyreumatique ne monte.

M. Monro a retiré l'*acide du miel* par distillation, & l'ayant saturé de soude, il en a obtenu un beau sel en crystaux parallélipipèdes, d'une saveur agréable, & qui a donné sensiblement du froid pendant sa dissolution dans l'eau. Nous verrons ailleurs que cet acide, qui est bien en effet de nature végétale, ne doit pas être distingué de celui que fournissent toutes les matières sucrées ou sirops naturels, & que j'appelle acide sirupeux.

Il en est vraisemblablement de même de l'acide que donnent à la distillation toutes les matières qui contiennent le principe muqueux, de l'*esprit-de-pain*, qui, suivant le Fevre, attaque le cuivre sans feu, & de celui de pain de seigle que le célèbre Sauvages a employé dans ses expériences sur le bézoard ou calcul humain, & qu'il regardoit comme un dissolvant assez puissant.

Cartheuser, & après lui quelques Chymistes, parlent de l'esprit acide volatil qu'on retire par la distillation de quelques végétaux âcres, tels que l'*oignon de scille*, & je présume que c'est ce dernier que M. Achard appelle simplement *acide de l'oignon distillé*, & qu'il dit avoir fait servir à dégager le gas méphitique de la craie. (*Chymisch. physische schrift. &c. Berlin*, *1780*, *p. 334*.) L'odeur de ces acides les destine naturellement à la classe des empyreumatiques: il seroit bon cependant d'examiner si ce ne seroit pas des acides naturels échappés à l'action altérante du feu, à la faveur de leur volatilité, & mêlés seulement d'un peu d'huile brûlée.

Enfin, toutes les huiles grasses, siccatives & essentielles, les résines, les gommes résines & les baumes donnent en dernière analyse une liqueur acide, mêlée d'huile empyreumatique, de sorte que tous les végétaux contenant nécessairement les uns & les autres de ces principes, on peut dire qu'ils fournissent tous de l'acide empyreumatique; il n'y a d'exception que pour ceux qui, à raison de leur volatilité, échappent à la décomposition. Puisque dans ce cas ils passent non altérés & sans laisser échapper aucun gas, vrai signe de décomposition, c'est bien une preuve que la matière de la chaleur n'exerce pas seulement une action physique, mais qu'elle produit réellement des affinités chymiques toutes les fois que la distillation résout les corps en leurs élémens aériformes. Au reste, on ne peut douter que les substances volatiles ne puissent être elles-mêmes amenées au point de laisser aussi une liqueur empyreumatique, il suffit pour cela de les mettre dans des conditions où elles soient forcées de demeurer plus longtemps exposées à l'action du feu. C'est ainsi que Hales a traité, dans ses appareils, les huiles essentielles; Boerhaave, en son traité du feu, dit avoir retiré de la *thérébentine* la plus pure, en la décomposant par le feu, un acide très-fort qu'il appelle le plus grand des diurétiques. M. Macquer a obtenu une liqueur acide, en distillant dans une cucurbite de la thérébentine avec de l'eau; l'acide concret des *baumes*, tel que l'acide benzoïque, perd sa forme concrète, & devient acide empyreumatique, lorsqu'on lui fait subir une trop grande chaleur; j'ai déja observé que le vinaigre étoit susceptible de la même altération; en un mot, le *camphre* lui-même donne, par le moyen des cohobations ou distillations répétées dans des vaisseaux profonds, un phlegme roux & d'une saveur sensiblement acide.

Tout cela confirme ce que j'ai dit, que le feu imprime à ces acides un caractère qui les rapproche, & je ne serois pas étonné que l'on parvînt à ramener à une seule & même dénomination l'acide lignique, l'esprit de tartre, l'acide sirupeux, du moins après qu'il est altéré par le feu, & tous les acides obtenus des végétaux par distillation, peut-être même l'*acide des graisses* qui, très-analogue à celui du *beurre de cacao*, paroît appartenir encore plutôt au règne végétal qu'au règne animal. (*Voyez* ACIDE SÉBACÉ.) Mais il est possible aussi qu'un examen plus approfondi vérifie les différences que nous avons entrevues, & nous en fasse découvrir de plus essentielles qui nous ont échappé. Il n'y a, dans le fond, pas plus de motifs de chercher à réduire qu'à multiplier les êtres chymiques; quoiqu'en disent certains déclamateurs, qui semblent vouloir donner à la science la mesure de leur esprit, elle acquiert réellement, soit que l'on ajoute à ses divisions, soit que l'on les resserre, dès que l'on y est conduit par des expériences exactes.

Ce n'est qu'après avoir écrit cette réflexion que j'ai eu connoissance des nouvelles découvertes du célèbre Schéele dont je vais rendre compte, & qui paroissent faites pour en montrer la vérité.

Remarques sur les acides benzonique, citronien, oxalin & saccharin.

I. On sait présentement qu'il est possible de retirer du sel de benjoin un acide qui n'est plus sous forme concrète, & qui est un vrai acide empyreumatique altéré par le feu; mais pour cela il ne suffit pas de le distiller, cette substance trop volatile élude l'action de la chaleur, il faut lui faire subir un commencement de décomposition par l'action de l'acide nitreux.

J'avois bien remarqué, ainsi que M. Lichtensten, que lorsqu'on traitoit à la distillation l'acide benzonique avec l'acide nitreux, tout passoit dans le récipient, & qu'il ne restoit rien de fixe dans la cornue; mais M. Hermstadt est revenu sur cette expérience: il a distillé quatre parties d'acide nitreux affoibli sur une partie d'acide benzonique concret, l'acide nitreux passa comme à l'ordinaire, & dans le même temps l'acide benzonique se sublima en petits crystaux au col de la cornue & jusques dans le récipient. (*Crell*, *annalen*, 1785, *partie X*, *p.* 303.)

Quoiqu'il n'y eut point de décomposition sensible, il y avoit eu au commencement quelques vapeurs rouges, & cette circonstance annonçoit que l'acide nitreux plus concentré auroit une action plus marquée. En effet, M. Hermstadt ayant arrêté la distillation, lorsqu'il jugea que tout l'acide nitreux étoit monté, trouva au fond de la cornue une liqueur brune qui se changea en une masse crystalline aussi-tôt que la cornue fut tirée du sable; la portion de sel acide qui s'étoit sublimée avoit une odeur agréable, ressemblant à celle de l'eau d'amandes amères nouvellement distillées, & n'avoit au surplus éprouvé aucun changement.

M. Hermstadt distilla une seconde fois de l'acide nitreux sur la matière crystalline restée dans la cornue, il eut les mêmes produits & fut convaincu qu'elle ne pouvoit recevoir une plus grande altération de la part de cet acide. Pour lors il remit dans la cornue, avec ce résidu, tout ce qui étoit dans le récipient, & donna d'abord un feu doux, qui suffit pour faire monter la plus grande partie de l'acide nitreux; ayant apperçu au col de la cornue quelques gouttes de liqueur brune, il changea le récipient, vit passer une matière qui ressembloit à une huile d'un rouge foncé & transparente; il continua la distillation en augmentant le feu par degrés jusqu'à ce qu'il ne s'élevât plus rien.

Après l'opération, il se trouva dans la cornue un résidu non charbonneux, fort adhérent au verre, & dans le récipient une liqueur brune, ayant un goût extrêmement acide & empyreumatique, qui répandoit des vapeurs piquantes, & cependant avec une odeur qui tenoit encore de celle du benjoin.

480 grains de sel de benjoin très-pur ont fourni, dans cette opération, 280 grains de liqueur acide, & laissé 90 grains de charbon.

M. Hermstadt voulut encore retraiter cette liqueur avec de nouvel acide nitreux; mais la distillation ayant été arrêtée à cause d'un accident, après que l'acide nitreux se fut élevé presque en totalité, il fit dissoudre dans l'eau le *magma* salin jaune qui restoit dans la cornue, & ayant observé que cette dissolution troubloit l'eau de chaux, & la dissolution acéteuse de plomb, il jugea que l'on ne devoit pas désespérer de retirer de ce sel de l'acide tartareux ou de l'acide saccharin.

Nous ne nous presserons pas d'adopter cette conséquence, qui tient au système de l'auteur, au moins jusqu'à ce qu'on ait suffisamment examiné la nature de ces précipités: mais il faut convenir en même-temps que ce Chymiste est parvenu à produire quelqu'altération à cet acide par l'action de l'acide nitreux; que par l'effet de cette altération, cet acide devenu plus fixe s'est trouvé exposé à un plus grand degré de chaleur; enfin que la chaleur a changé sa nature, & en a fait d'un acide concret peu soluble un acide fluide empyreumatique.

M. Hermstadt n'hésite pas d'attribuer cette diminution de volatilité de l'acide benzonique à la privation d'une partie de son phlogistique; les anti-sthaliens diront avec la même confiance que l'acide nitreux n'a fait que lui céder son air vital; il seroit peu utile de ramener ici cette question tant de fois traitée; on a déja vu que nous n'admettions aucune explication des phénomènes de ce genre que par le concours des deux principes & de leurs affinités.

II. L'acide *citronien* est susceptible de crystallisation; il suffit pour cela de le débarrasser de la matière gommeuse & savonneuse, ce qui se fait en saturant le jus de citron avec de la craie, édulcorant dans l'eau tiède le citrate calcaire qui se précipite dans cette opération, & qui est peu soluble, & dégageant ensuite son acide de la même manière que l'on dégage celui du tartre calcaire, c'est-à-dire, en y versant de l'acide vitriolique qui s'empare du calce & le précipite en état de sélénite. M. Schéele recommande d'affoiblir d'abord l'acide vitriolique de dix parties d'eau, & de le faire bouillir quelques minutes. La liqueur ayant été filtrée à froid, on y laisse encore tomber quelques gouttes d'acide vitriolique pour voir s'il n'y reste pas de la chaux, dont la plus petite partie empêcheroit la crystallisation. (*Mém de Chym. &c. édit. fr. part.* 2, *page* 202.)

III. Les acides *oxalin* & *saccharin* avoient été regardés jusqu'à présent comme deux acides très-

différens ; M. Schéele est parvenu à prouver que ce n'étoit qu'un seul & même acide. Il avoit trouvé dans la rhubarbe une terre qu'il avoit reconnue pour un vrai oxalte calcaire, il se proposa à cette occasion d'examiner plus particuliérement son acide, & voici la méthode qu'il suivit pour l'avoir libre & pur.

Il fit dissoudre dans l'eau tiède toute la quantité d'acidule oxalin ou sel d'oseille purifié qu'elle pouvoit prendre, il versa dans cette dissolution de la dissolution acéteuse de plomb, jusqu'à ce qu'elle n'occasionnât plus de précipité, & tint note du poids de ce qu'il en avoit employé pour cette précipitation. D'autre part, ayant pesé une pareille quantité de cette dissolution, il y ajouta peu-à-peu de l'acide vitriolique affoibli jusqu'à ce qu'il ne se formât plus de vitriol de plomb, & prit également le poids de la quantité d'acide qui avoit été nécessaire à cet effet. Enfin il versa la même quantité du même acide vitriolique sur le précipité bien édulcoré qui s'étoit formé dans la dissolution du sel d'oseille ; il fit digérer le tout pendant quelques heures, sépara le vitriol de plomb par le filtre, & obtint, par l'évaporation de la liqueur sur le feu, l'acide oxalin libre & pur crystallisé en beaux prismes.

Tel est l'acide que M. Schéele regarde comme absolument identique avec l'acide saccharin ; ce qui avoit jusqu'ici empêché d'admettre cette identité, malgré la ressemblance de la plupart de leurs propriétés, c'est qu'on n'avoit pu réussir à régénérer l'acidule oxalin par la combinaison de la potasse avec l'acide saccharin par excès, ce qui devoit arriver nécessairement si c'étoit un seul & même acide, & il y est parvenu.

Le succès de cette opération ne demande qu'un peu d'attention ; si on fait avec trop de précipitation le mêlange de l'acide avec l'alkali, on peut aisément s'arrêter au-dessus ou au-dessous des proportions. M. Schéele y avoit été trompé en voulant régénérer l'acidule oxalin même avec l'acide oxalin ; quoiqu'il y eut excès d'acide dans le mêlange, il s'étoit déja passé quelques heures qu'il n'avoit pas encore donné de sel ; il y ajouta un peu d'acide, & sur-le-champ il se forma une quantité de petits crystaux d'acidule oxalin. Guidé par cette observation, ce célèbre Chymiste fit dissoudre dans l'eau froide autant d'*acide saccharin* qu'elle en put prendre ; il y versa goutte à goutte une dissolution de potasse, il eut la précaution d'attendre quelques instans après chaque goutte, & pendant l'effervescence, le mêlange se remplit de petits crystaux qui étoient véritablement du sel d'oseille ou acidule oxalin. (*Crell, chemische annal. 1785, part. II.*)

Ainsi voilà l'*acide saccharin* retrouvé dans la nature sans le secours de l'acide nitreux ; voilà l'*acide oxalin* produit par l'art. Je n'ai pas besoin de faire remarquer combien de semblables faits enrichissent la science ; j'ajouterai seulement que ces expressions, *produit par l'art* que j'emprunte du mémoire de M. Schéele, doivent être prises à la lettre. En effet, il n'y a pas plus de raison de croire que l'acide oxalin puisse exister tout formé dans l'esprit-de-vin, dans l'huile & même dans le sucre que l'acide saccharin. D'autre côté, les preuves que j'ai données que l'air vital de l'acide nitreux se fixoit dans l'acide saccharin subsistent, indépendamment de l'identité de cet acide avec l'acide oxalin ; ces deux acides ont une même base acidifiable : tantôt elle est naturellement acidifiée, & même l'acide déja en partie neutralisé comme dans l'oseille ; tantôt elle est à l'état d'hépar, & ne peut acquérir la qualité acide qu'en perdant son phlogistique, & recevant en même-temps de l'air vital principe acidifiant, comme dans le sucre, les huiles, &c.

Pour nous conformer à ces vérités, nous n'avons donc autre chose à faire que d'appliquer désormais à l'acide oxalin tout ce que nous avons dit de l'acide saccharin ; un seul être ne doit avoir qu'un seul nom, & il est juste de rapporter l'ouvrage de l'art aux productions de la nature. Nous ne parlerons donc plus de l'acide saccharin que pour rappeller l'histoire de cette découverte, & en marquer les progrès, ce sera toujours l'acide oxalin quand nous aurons à considérer ses propriétés ; & l'examen de ses combinaisons se trouvera à l'article OXALTES.

De l'acide MALUSIEN.

On ne manquera pas de dire, voici encore un nom nouveau ; je réponds, voici les raisons qui en prouvent la nécessité, & qui me semblent devoir en justifier le choix.

Si cet acide ne se trouvoit que dans les pommes, ou même dans une espèce de fruit, il suffiroit sans doute de le désigner par le nom du fruit, comme je l'ai fait pour tous ceux dont j'ai parlé jusqu'à présent dans cet article. Mais l'acide dont il s'agit existe dans un grand nombre de végétaux tous différens, même dans quelques substances animales qui l'ont reçu sans le dénaturer ; il devient donc un principe intéressant par ses caractères spécifiques & constans, il faut désormais l'observer dans toutes ses combinaisons, le rechercher dans toutes les analyses : comment en parler sans confusion dans tant de circonstances, s'il n'a pas un nom approprié ? N'auroit-on pas pudeur de soutenir qu'après l'avoir retiré, par exemple, de la rhubarbe, de l'opium, de la colle de poisson, &c. &c. on ne doit néanmoins le désigner que comme on désigneroit le jus *acide de pommes* écrasées ?

D'autre part, le célèbre Chymiste, à qui nous devons cette découverte, remarque que ce sont les pommes qui donnent le plus facilement cet acide, que c'est dans ces fruits qu'il est le moins

mêlé; j'ai senti, comme lui, qu'il importoit de conserver des traces de ces idées dans la dénomination ; mais au lieu de chercher la racine étymologique dans un mot qui ne fût connu que des François, je l'ai prise du nom botanique, connu des savans de tous les pays, pour qu'il pût se traduire facilement, ou plutôt pour qu'il n'eût pas besoin de traduction. Les sels formés de cet acide prendront le nom générique de *malusites* avec l'expression de leurs bases, suivant nos règles de nomenclature.

Il paroît que c'est en traitant la groseille du groselier à fruits velus (*ribes grossularia*) avec l'acide nitreux, pour voir jusqu'à quel point son acide ressembloit à celui du citron, que M Schéele a apperçu la première fois l'acide particulier dont il est question. (*Crell*, *annal. 1785*, *part. X.*)

Après avoir écrasé dans un mortier de bois une quantité de ces groseilles non mûres, & filtré le jus par le papier gris, il le satura avec la craie; il filtra la dissolution dans un matras qu'il mit sur le feu, & après qu'elle eut bouilli une minute, il vit une quantité sensible de précipité blanc.

La liqueur claire décantée fut remise à bouillir dans un autre vaisseau, mais il ne se déposa plus rien, & le jus de groseilles se comporta absolument comme le jus de citron. Pour avoir son acide en état crystallin, M. Schéele lava le précipité, qui étoit du citrate calcaire, versa dessus de l'acide vitriolique affoibli pour lui reprendre sa base, & il obtint un acide qui étoit véritablement l'acide citronien en crystaux.

Mais la liqueur qui avoit fourni ce précipité, & qui étoit devenue brune dans cette opération, rougissoit encore le papier bleu ; elle tenoit donc un acide que la craie n'avoit pu saturer; mais elle tenoit aussi une quantité assez considérable de terre calcaire en dissolution, & ce ne pouvoit être par l'acide citronien, puisque le citrate calcaire est presque entièrement insoluble, même dans l'eau bouillante. D'où M. Schéele conclut qu'indépendamment de l'acide citronien, il y avoit encore un autre acide dans le jus de groseilles.

Il s'agissoit pour lors d'obtenir cet acide pur, afin d'examiner ses propriétés, & s'il ne ressembloit pas à quelqu'un des acides connus; mais l'abondance du mucilage & de la matière savonneuse rendoit cette séparation bien difficile. On verra bientôt qu'en employant d'autres fruits, cette séparation est beaucoup moins embarrassante; cependant il faut savoir retirer cet acide de toutes les substances qui en contiennent, & je ne dois pas négliger l'occasion de donner un exemple précieux de l'industrieuse sagacité avec laquelle l'académicien Suédois multiplie les ressources de la Chymie pour vaincre les difficultés de l'analyse végétale.

Après quelques essais, M. Schéele reconnut que la liqueur qui donnoit ces signes d'acidité formoit un coagulé, lorsqu'on y versoit de l'esprit-de-vin très-rectifié, & que ce coagulé tenoit l'acide uni à la chaux, & cependant toujours mêlé avec la partie muqueuse insoluble dans l'esprit-de-vin. Il comprit qu'il falloit séparer ce principe avant que de saturer le jus de groseilles par la craie. Pour cela, il fit évaporer le jus de groseilles en consistance sirupeuse, il versa dessus de l'esprit-de-vin rectifié pour le redissoudre, & versa le tout sur un filtre de papier qui laissa passer l'acide uni à l'alcohol, & arrêta la matière gommeuse.

L'esprit-de-vin ayant été ensuite séparé de l'acide par l'évaporation, & le résidu étendu de deux parties d'eau, M. Schéele y jetta de la craie & fit bouillir deux minutes : alors le citrate calcaire se précipita comme la première fois, & il fut séparé du reste de la dissolution par le filtre.

Enfin, il versa dans cette dissolution de l'esprit-de-vin qui y forma le même coagulé dont il a été parlé précédemment; le tout ayant été jetté sur un filtre, il passa de l'esprit-de-vin chargé seulement d'un peu de matière savonneuse & de substance sucrée; le coagulé resté sur le filtre y fut lavé à plusieurs reprises, avec de nouvel esprit-de-vin, & c'étoit le sel à examiner, débarrassé de toutes matières étrangères.

1°. Si l'on met sur l'ongle un peu de ce sel, tandis qu'il est encore humide, il coule d'abord, mais il se sèche bientôt après, & prend un brillant qui imite le plus beau vernis.

2°. Il se dissout dans l'eau très-facilement, & rougit le papier coloré en bleu par le tournesol.

3°. Lorsqu'on laisse cette dissolution quelques jours à l'air libre, elle dépose une quantité de petits crystaux qui ne sont solubles que dans l'eau bouillante, & pour lors la dissolution est parfaitement neutre, & laisse précipiter la chaux par l'addition de l'alkali.

4°. Ces crystaux exposés au feu dans un creuset se décomposent sur-le-champ, & on n'en retrouve que la base en état de méphite calcaire.

Pour obtenir son acide libre, M. Schéele essaya d'abord de reprendre la terre en versant goutte à goutte de l'acide vitriolique affoibli dans la dissolution, n°. 2, jusqu'à ce qu'il n'y occasionnât plus de précipité, & filtrant ensuite la liqueur ; mais cela ne réussit qu'imparfaitement, parce que l'acide ne laissoit point aller entièrement la chaux ; & comme il avoit observé qu'il avoit réellement plus d'affinité avec la chaux de plomb qu'avec la terre calcaire, il appliqua à cette opération le même procédé qui lui avoit servi pour la séparation de l'acide oxalin, c'est-à-dire, qu'il se servit d'acète de plomb pour précipiter l'acide en état de sel métallique, & d'acide vitriolique pour reprendre la chaux de plomb. Les détails de ce procédé ont été exposés, il n'y a qu'un instant, dans les *remarques* sur l'acide oxalin.

M. Schéele obtint de cette manière l'acide malusien très-pur; mais il a reconnu depuis qu'on abrégeoit beaucoup l'opération, en prenant des pommes au lieu de groseilles; ainsi l'on doit, à son exemple, préférer le *procédé* suivant *pour se procurer cet acide facilement & en grande quantité.*

On sature le jus de pommes avec l'alkali; on y verse ensuite de la dissolution acéteuse de plomb jusqu'à ce qu'elle n'occasionne plus de précipité; on édulcore ce précipité; on verse dessus de l'acide vitriolique affoibli en quantité suffisante pour que la liqueur prenne une saveur acide franche sans mélange de doux; enfin, on jette le tout sur un filtre pour séparer l'acide du vitriol de plomb.

Tant qu'il n'y a pas assez d'acide vitriolique, la liqueur conserve un goût douceâtre, qui vient d'une portion de chaux de plomb unie à l'acide malusien & tenue en dissolution par la portion de cet acide qui est déja rendue libre.

Le jus de toutes les espèces de pommes acides, mûres ou non mûres, ne contient point d'acide citronien, & ne donne aucun précipité lorsqu'on le fait bouillir après l'avoir saturé de craie; d'autre part, il tient si peu de matière gommeuse, que lorsqu'on le mêle avec l'esprit-de-vin il n'éprouve aucun changement, & celui qu'on y ajoute, après l'avoir saturé de craie, y occasionne un coagulé abondant, ou plutôt un précipité qui a toutes les propriétés du sel crystallisable dont nous avons parlé précédemment. Cet état de pureté de l'acide malusien dans les pommes est ce qui nous a déterminés, à l'exemple de M. Schéele, à en tirer sa dénomination, & qui en rend la séparation moins pénible. Presque tous les autres fruits aigres donneroient de même cet acide, mais le plus souvent mêlé avec l'acide citronien, comme on le verra dans la table des différens fruits analysés par M. Schéele, que je donnerai après avoir indiqué les caractères & les propriétés du nouvel acide.

L'acide malusien est toujours en liqueur & ne peut être mis en état concret.

Il s'unit aux trois *alkalis*, & forme avec eux des sels neutres déliquescens.

Saturé de *calce*, il donne de petits crystaux irréguliers qui ne sont solubles que dans l'eau bouillante. Ils se dissolvent facilemement dans l'eau froide quand il y a excès d'acide. De là il arrive (dit M. Schéele) que le jus exprimé de quelques fruits aigres est quelquefois précipité par l'eau de chaux, quoiqu'il ne tienne point d'acide citronien; mais l'on reconnoit aisément le malusite calcaire, en ce qu'il se redissout par l'excès de son acide ou par le vinaigre, ce que ne fait pas l'oxalte calcaire.

L'acide malusien se comporte avec le *barote* comme avec le calce.

Il forme avec la *terre alumineuse* un sel neutre difficilement soluble dans l'eau.

Avec la *magnésie* un sel neutre déliquescent.

Il attaque le *fer*, & donne une dissolution brune incrystallisable.

Il dissout le *zinc*, & produit un sel qui donne de beaux crystaux.

Il ne manifeste pas une action sensible sur les autres métaux.

Cet acide a bien quelque ressemblance avec l'acide citronien, mais les phénomènes suivans présentent des caractères différentiels assez marqués.

1°. L'acide citronien forme de beaux crystaux; l'acide malusien est incrystallisable.

2°. L'acide malusien traité avec l'acide nitreux donne de l'acide saccharin, ou, comme nous le nommons désormais, oxalin artificiel; M. Schéele assure avoir fait tous ses efforts pour en obtenir de l'acide citronien & n'avoir pu réussir, même en employant l'acide nitreux fumant.

3°. Le citrate calcaire est presque insoluble dans l'eau bouillante; le malusite calcaire est bien plus soluble.

4°. L'acide malusien précipite les dissolutions nitreuses de mercure, de plomb & d'argent; il précipite l'or en état de métal dans sa dissolution étendue avec de l'eau distillée; l'acide citronien n'occasionne aucun changement dans ces dissolutions.

5°. Enfin, si on fait bouillir ensemble, une minute, les dissolutions de citrate ammoniacal & de malusite calcaire, ce dernier sel est décomposé, & il se précipite du citrate calcaire. Ce qui prouve que l'affinité de l'acide malusien avec le calce est plus foible que celle de l'acide citronien. Ce sont donc réellement deux acides différens.

L'acide malusien a bien plus d'analogie avec l'acide saclactique; mais nous venons de voir que le malusite calcaire étoit précipité par l'esprit-de-vin; au contraire le sel formé de l'union de la même base avec l'acide saclactique est soluble dans ce menstrue. M. Schéele présume que cette différence peut venir de l'altération que l'acide saclactique a éprouvée par la fermentation du petit lait. J'avoue que je ne conçois pas comment la fermentation produiroit cet effet, & même qu'il me paroit peu vraisemblable, quand je considère combien peu de substances donnent l'acide saclactique, & que ce sont précisément celles dont la fermentation est le moins sensible.

Je ne m'arreterai pas long-temps sur la nature & la composition de l'acide malusien: on le retire des fruits par la seule expression, on le met sur-le-champ à l'état de sel neutre, en lui présentant une base, il y existe donc tout formé. Cet acide se détruit au feu, s'y résout en ses élémens aériformes; s'il est uni au calce, il le régénère en méphite calcaire par le principe acidifiant qu'il lui abandonne, & qui se trouve converti en acide méphitique: de là

nous devons conclure qu'il ne participe en aucune manière de la nature des acides minéraux, & qu'il est au surplus formé comme tous les autres acides d'une base acidifiable propre, de son genre, & d'air vital principe acidifiant commun. En un mot, lorsqu'on le traite à distillation avec l'acide nitreux, il donne de l'acide saccharin ; sa base acidifiable est donc moins simple que celle de ce dernier, elle participe donc de la nature huileuse : ces conséquences seront établies à l'article *acide saccharin.*

On peut déja juger combien la connoissance de ce nouvel acide va devenir importante, combien d'applications on en pourra faire dans les analyses ; mais pour en prendre une plus juste idée, il faut suivre encore M. Schéele dans les expériences qu'il a entreprises pour déterminer les substances dans lesquelles cet acide existe, celles où il est mêlé à d'autres acides, & celles qui n'en fournissent qu'en petite quantité, ou même point du tout.

Les jus exprimés des fruits,

De l'épine-vinette (*berberis vulg.*) Du sureau (*sambucus nigra.*) Du prunier épineux (*prunus spinosa.*) Du sorbier des oiseleurs (*sorbus aucup.*) Du prunier des jardins (*prunus domest.*)	Fournissent beaucoup d'acide malusien, & peu ou point d'acide citronien.

Les jus exprimés des fruits,

Du groselier à fruits velus (*ribes grossularia.*) Du groselier rouge (*ribes rubrum.*) De l'airelle myrtille (*vaccinium myrtillus.*) De l'alisier commun (*cratægus aria.*) Du cerisier (*prunus cerasus.*) Du fraisier (*fragaria vesca.*) De la ronce sans épine (*rubus chamæmorus.*) Du framboisier (*rubus idæus.*)	Paroissent contenir à-peu-près moitié de l'un & de l'autre acide.

Le *jus de citron* donne lui-même un peu d'acide malusien.

Les jus exprimés des fruits,

De l'airelle canneberge (*vaccinium oxycoccos.*) De l'airelle à fruits rouges (*vaccinium vitis idæa.*) Du mérisier à grappe (*prunus padus.*) De la douce-amère (*solanum dulcamara.*) De l'églantier (*cynosbatos.*)	Fournissent beaucoup d'acide citronien, & peu ou point d'acide malusien.

Suivant le même Chymiste, le jus *des raisins verds*, ainsi que celui du *tamarin* ne contient absolument d'autre acide que le citronien. Cette observation semble confirmer ce que j'ai dit précédemment, que l'acide tartareux pouvoit bien ne pas exister tout formé dans ces végétaux avant leur altération par la fermentation ou par l'ébullition, car il n'est pas possible de regarder ces deux acides comme identiques. Entr'autres différences qu'ils présentent, je n'en rappellerai ici qu'une qui est caractéristique : l'acide tartareux fournit de l'acide saccharin ou oxalin lorsqu'on le traite avec l'acide nitreux, & nous venons de voir que M. Schéele n'avoit pu en obtenir de l'acide citronien.

M. Schéele a trouvé l'acide malusien dans le *sucre* même : si on ne l'a pas encore apperçu en préparant l'acide saccharin, c'est que l'on n'a pas fait assez d'attention à l'acide qui se manifeste avant l'acide saccharin : que l'on verse sur du sucre de l'acide nitreux affoibli, jusqu'à ce que le mélange commence à tourner au brun, ce qui indique que tout l'acide nitreux s'est dissipé, on trouvera que cette espèce de sirop a un goût acide assez marqué. En y versant de l'eau de chaux, tout l'acide saccharin sera d'abord précipité en état d'oxalte calcaire ; mais il restera un autre acide qui ne montrera aucun des caractères de l'acide nitreux, & qui ne sera plus précipité par l'eau de chaux. Pour obtenir cet acide pur, on sature d'abord la liqueur par la craie, on la filtre, on y ajoute de l'esprit-de-vin qui y occasionne le même coagulé dont il a été ci-devant question ; ce coagulé lavé plusieurs fois dans l'esprit-de-vin est redissous dans l'eau distillée ; on décompose le malusite calcaire par l'acète de plomb, & on dégage enfin l'acide malusien en reprenant la chaux de plomb, par l'acide vitriolique, de la même manière que j'ai indiquée pour retirer cet acide des pommes. L'esprit-de-vin qui a servi à laver le coagulé étant évaporé, laisse une substance qui est plutôt amère que douce, qui est très-déliquescente, & qui ressemble entiérement à la matière savonneuse du jus de citron. Si on distille dessus un peu d'acide nitreux, on en obtient encore de l'acide malusien & de l'acide saccharin.

De ces expériences, M. Schéele conclut avec raison que dans cette opération sur le *sucre* on obtient déja deux acides différens du règne végétal ; on verra à l'article *acide saccharin* que le sucre peut fournir encore des principes à la composition de quatre autres acides, puisqu'il peut passer à l'état de vinaigre, qu'il se résout en gas acide méphitique, & qu'il donne à la distillation l'acide sirupeux. Ce dernier ne seroit-il pas l'acide malusien de M. Schéele ? Cette idée m'est venue aussi-bien qu'à ceux qui, sur le fondement de cette possibilité, voudroient me reprocher d'avoir multiplié les êtres sans nécessité ; mais les réflexions suivantes m'ont bientôt forcé de l'abandonner. 1°. L'acide sirupeux, en l'état où je le considère, est absolument différent de l'acide malusien : le premier forme avec les

alkalis fixes des ſels en cryſtaux, le ſecond ne donne avec les mêmes baſes que des ſels incryſtalliſables; le premier cryſtalliſe avec le calce, le ſecond ne produit avec cette terre qu'une maſſe déliqueſcente (*voyez* ACIDE SIRUPEUX, SIRUPE CALCAIRE, &c.). 2°. Il n'y a pas même d'apparence que l'acide ſirupeux ne ſoit que lacide maluſien altéré par la chaleur de la diſtillation, il faudroit pour cela que cet acide exiſtât tout formé dans le ſucre; & s'il étoit ainſi, on le ſépareroit de la même manière qu'on le ſépare des jus de pommes, de groſeilles &c. Puiſque l'acide nitreux eſt néceſſaire à ſa production, il y prend néceſſairement du phlogiſtique, il y laiſſe le principe acidifiant, ſuivant la théorie que j'établis à l'article *acide ſaccharin.* Nous trouvons donc ici un ſecond exemple d'un acide végétal que la nature nous préſente quelquefois tout formé, que l'art compoſe quelquefois en prenant ſa baſe acidifiable dans un état analogue à celui du ſouffre & la ſaturant d'air vital.

Après avoir vu que l'acide maluſien ou plutôt ſa baſe acidifiable exiſte dans le ſucre, on ne ſera pas étonné qu'on la retrouve dans un grand nombre d'autres ſubſtances, lorſqu'on les traite de même avec l'acide nitreux; mais il n'eſt pas moins important de les faire connoitre, & en même-temps les autres acides qu'on en retire par la même opération pour épuiſer les découvertes de M. Schéele ſur cette partie de l'analyſe végétale.

La *gomme arabique* & la *manne* lui ont donné de l'acide maluſien & de l'acide ſaccharin.

Le *ſucre de lait*, que pluſieurs Chymiſtes regardoient déja comme appartenant plus au règne végétal qu'au règne animal (*voyez* ACIDE GALACTIQUE & ACIDE SACLACTIQUE), fournit par le même procédé trois acides différens, le maluſien, le ſaccharin ou oxalin & le ſaclactique.

La *gomme adragant* donne, par la digeſtion avec l'acide nitreux, une poudre blanche qui eſt de l'acide ſaclactique, enſuite de l'acide maluſien & de l'acide oxalin, & enſuite du maluſite calcaire.

L'*amidon* fournit de l'acide maluſien & de l'acide ſaccharin; mais il y a une partie inſoluble dans l'acide nitreux, qui, après avoir été ſéparée par le filtre, & édulcorée par l'eau, reſſemble à une huile, ou plutôt à de la graiſſe, & cependant ſe diſſout facilement dans l'eſprit-de-vin. Si on diſtille cette huile ſeule, il paſſe dans le récipient un acide qui reſſemble au vinaigre, & une huile qui a une odeur de graiſſe, & qui ſe fige par le froid.

La fécule de pomme de terre (1) ſe comporte comme le ſucre, & laiſſe un peu d'acide ſaccharin uni au calce, c'eſt-à-dire de l'oxalte calcaire.

La racine de *ſalap* (2) donne plus d'oxalte calcaire, enſuite de l'acide maluſien, enſuite de l'acide ſaccharin, c'eſt-à-dire oxalin.

L'extrait aqueux d'*aloës* fournit également de l'acide maluſien & de l'acide ſaccharin; il perd la plus grande partie de ſon amertume; il ſe ſépare beaucoup de réſine d'un rouge éclatant, & on ſent pendant ſa digeſtion dans l'acide nitreux une odeur agréable, pareille à celle des fleurs de benjoin: cette circonſtance détermina M. Schéele à eſſayer ſi l'on ne pourroit pas auſſi en retirer un ſublimé; mais à peine la cornue fut-elle échauffée, que cette réſine prit feu, & toute la cornue ſe trouva remplie de matière charbonneuſe.

L'extrait de *coloquinte* forme une réſine par la digeſtion avec l'acide nitreux, & donne quelques foibles traces d'acide ſaccharin.

L'extrait de *quinquina*, & même la plupart des extraits, donnent en même temps de l'acide maluſien & de l'acide ſaccharin. On en retire auſſi un peu de ſel d'oſeille ou acidule oxalin qui vient des ſels neutres que ces extraits contiennent toujours.

L'extrait de *café* brûlé fournit de même les deux acides lorſqu'on le traite avec l'acide nitreux, après l'avoir fait évaporer en conſiſtance de ſirop épais.

L'extrait de *rhubarbe* traité de la même manière fournit beaucoup de matière réſineuſe d'une odeur agréable, approchant de celle du ſtorax, enſuite de l'acide ſaccharin & de l'acide maluſien.

On retire auſſi de l'extrait d'*opium* beaucoup de réſine & les deux mêmes acides.

L'extrait de la *noix de galle* donne également les deux acides.

Enfin l'*huile de graine de perſil* s'eſt changée preſque entièrement en ces deux acides. Pour toutes les

(1) Il y a dans l'original *kartoffeln mehl*, j'ai jugé que ce devoit être le *ſolanum tuberoſum*, parce que, dit M. Jacobſon, dans ſa technologie, que le *kartoffel* eſt employé par les amidonniers, qui le pèlent, le broyent & le traitent avec l'eau comme le froment, & ſur-tout parce qu'il lui donne pour ſynonyme *erdtoffel*; mais je n'ai rien trouvé de plus précis, & cette incertitude doit faire ſentir aux Chymiſtes la néceſſité de joindre à ces noms triviaux les noms botaniques reçus aujourd'hui par-tout. Il ſemble même que les ſavans devroient enfin s'accorder à ne conſerver dans leurs ouvrages des dénominations vulgaires, qu'autant qu'elles ne différeroient des noms botaniques que par une tournure ou ſeulement une terminaiſon idiomatique, & à faire oublier le plutôt poſſible toutes celles qui s'écartent aſſez de ce type pour être méconnoiſſables d'une langue à l'autre: on ne ſeroit plus réduit à paſſer ſa vie à lire des ſynonymies pour tâcher de reconnoitre les plantes, laiſſant aux ſiècles à venir à les connoitre dans le ſens que comporte l'étude de la philoſophie naturelle.

(2) *Salapwurzel*, qui ſe rapporte peut-être à *l'orchis* du ſalep. Nouvelle preuve de ce qui a été dit dans la note précédente.

les autres huiles distillées que M. Schéele a traitées avec l'acide nitreux, il n'en a retiré qu'une très-petite quantité de ces acides, souvent même point du tout.

Ce ne sont pas seulement les végétaux qui recèlent la base acidifiable de l'acide malusien, il paroit qu'elle accompagne presque toujours celle de l'acide saccharin, & M. Schéele a découvert la première dans quelques substances animales, comme M. Berthollet y avoit déja fait connoître la seconde. Ces expériences ne réussissent pas avec l'acide nitreux foible, il faut qu'il soit concentré. M. Schéele ayant versé deux parties d'acide nitreux fumant sur une partie de *colle forte* & mis le tout sur un feu de sable, la colle fut promptement dissoute avec chaleur, & vapeurs d'un rouge foncé. Le lendemain, il trouva dans le vaisseau beaucoup de crystaux d'acide saccharin qui s'étoient formés par refroidissement; le surplus de la liqueur qui refusoit de crystalliser fut saturée avec la craie, & il fut facile après cela d'en dégager l'acide malusien par le procédé qui a été ci-devant décrit.

La *colle de poisson*, le *blanc d'œuf*, le *jaune d'œuf*, & le *sang* traités de la même manière donnent les mêmes produits.

Il y a trois observations importantes à faire sur ces décompositions de matières animales. 1°. Il s'en sépare toujours une substance grasse, épaisse; 2°. si on recueille le gas qui s'élève pendant l'opération, on y trouve un peu d'acide méphitique, beaucoup d'air nuisible ou phlogistiqué, & une fort petite quantité de gas nitreux; c'est sur-tout avec le jaune d'œuf que ces phénomènes sont le plus sensibles; & M. Schéele n'a point trouvé cet air phlogistiqué, lorsqu'il a préparé l'acide saccharin avec des substances du règne végétal: 3°. toutes les fois que l'on prépare l'acide saccharin, il passe dans le récipient, après le gas nitreux, une petite portion d'acide acéteux. M. Crell remarque que ce fait a été publié par MM. Schéele & Westrumb, presque dans le même-temps, & avant que l'un pût avoir connoissance du travail de l'autre.

Enfin M. Schéele a soumis à la même opération ce que M. Rouelle a très-bien nommé *l'extrait savonneux de l'urine*, que l'on obtient en évaporant l'urine en consistance de miel, la faisant ensuite digérer dans l'esprit-de-vin pour séparer la plus grande partie de ses sels, & évaporant après cela la dissolution spiritueuse qui laisse un extrait savonneux également soluble dans l'eau & dans l'alcohol (*Journal de médecine*, *novembre* 1773): cette matière n'a pas donné un atôme d'acide saccharin, mais de l'*acide benzonique*, qui y étoit en état de benzone ammoniacal. Cet acide ne paroît pas formé pendant l'opération avec l'acide nitreux, puisqu'il suffit de dissoudre l'extrait d'urine dans un peu d'eau, & d'y ajouter de l'acide vitriolique ou de l'acide muriatique pour que la liqueur devienne sur-le-champ épaisse par la précipitation de l'acide benzonique concret. Le célèbre Rouelle avoit bien vu que l'extrait savonneux d'urine contenoit beaucoup d'alkali volatil, mais il n'avoit pas connu l'acide auquel il étoit uni.

L'*acide saclastique* donne aussi à la distillation de l'acide benzonique; il n'éprouve donc aucune altération par la circulation du sang, c'est la conséquence qu'en tire M. Schéele, & qui vient à l'appui de ce que j'ai dit précédemment, que les acides végétaux pouvoient passer dans le règne animal sans perdre les caractères qui décèlent leur origine: le Chymiste ne doit pas négliger de les suivre dans ces émigrations, puisque ce n'est que de cette manière qu'il peut completter le systême de leurs propriétés, rendre ses analyses exactes, & préparer une base solide à de nouvelles vues physiologiques.

Acide vitriolique, *esprit de vitriol*, *huile de vitriol*. On nomme ainsi l'acide que l'on retire du soufre, des pyrites & des sels fossiles appellés vitriols, parce que c'est du vitriol de mars qu'on l'a obtenu dans les premiers temps. De ces trois dénominations, la *première* est la seule qui se trouve aujourd'hui dans les ouvrages des Chymistes qui prennent à cœur de perfectionner la langue de cette science; la seconde est conservée par quelques-uns pour indiquer un acide foible, mais elle est loin de cette précision que l'on est dans le cas de desirer, & qui ne peut être remplie que par l'expression de la pesanteur spécifique: pour la *troisième*, depuis Techmeyer & Neuman, qui ont cherché à ouvrir les yeux sur son impropriété, tous les Chymistes n'ont cessé de répéter qu'elle ne pouvoit donner que des idées fausses (1); il faut espérer qu'à la fin elle sera entièrement proscrite, même dans les boutiques & parmi le peuple, puisque c'est précisément dans cette classe qu'un nom qui rassure, appliqué à une chose qui peut nuire, peut avoir les suites les plus funestes. Il y a peu d'années, une bouteille d'acide vitriolique se cassa sur une voiture qui traversoit une place; au nom d'*huile de vitriol* qui fut prononcé par le voiturier, des enfans, des jeunes gens attroupés imaginèrent de profiter de l'occasion pour graisser leurs souliers, les plus diligens eurent leurs souliers & leurs doigts brûlés, & ils apprirent aux autres que la liqueur qu'on leur avoit si per-

(1) Neuman dit positivement qu'il faut abolir cet ancien nom, & propose comme plus raisonnable celui d'esprit de vitriol concentré. Tome IV, part. 2, chap. 19, paragraphe 224.

fidement donnée pour de l'huile, n'avoit rien de graisseux & étoit bien plus corrosive que l'eau-forte.

L'acide vitriolique est le premier des trois grands acides minéraux. On l'a regardé long-temps comme l'acide primitif essentiel & le principe de tous les autres; on lui a attribué une supériorité d'affinité indéfinie pour se combiner avec toutes les bases: l'observation exacte a depuis apporté de grandes restrictions à ces assertions systématiques, mais il n'en est pas moins encore l'un des plus fixes, des plus pesans, des plus actifs, peut-être le plus simple, sûrement le plus universellement répandu dans la nature, minéralisant la plupart des métaux, donnant un caractère salin aux masses schisteuses & gypseuses, constituant les soufres & les pyrites, accompagnant les bitumes, & se retrouvant presque dans tous les points de la surface du globe, porté par les eaux plus ou moins chargées de ses sels. Cet acide est en même-temps l'un des plus grands instrumens de l'art qui multiplie les richesses de la nature en appliquant à des objets nouveaux les forces qu'elle montre dans ses opérations habituelles. On peut dire enfin que c'est le spectacle des phénomènes infiniment variés qu'il a reproduit à la volonté du Chymiste qui lui a donné les premières notions des dissolutions & des affinités, c'est-à-dire du système qui embrasse & réunit toutes les parties de la science; & que celui qui veut y être initié doit encore apprendre à lire, dans les effets sensibles qu'il présente, les causes de bien d'autres effets qui ne tombent pas de même sous les sens.

C'en est assez, sans doute, pour faire sentir toute l'importance de cet article; je donnerai donc d'abord une notice des matières premières dont on retire cet acide, je ferai connoître ensuite les procédés pour l'obtenir & pour le rectifier, j'examinerai après cela sa nature, j'exposerai enfin ses propriétés & ses affinités; mais avant tout, il est nécessaire de présenter en peu de mots ce qui est connu de l'histoire de sa découverte.

§. I. *Du temps où l'on a connu l'acide vitriolique.*

Les anciens ont appliqué à divers usages l'alun & les vitriols naturels de fer & de cuivre, dont il est parlé dans Pline (*L.* 34.) sous les noms de *musy*, *sory*, *calchantum &c.*; ils avoient observé leur vertu styptique ou astringente; ils s'en servoient dans les collires, pour arrêter le sang, cicatriser les plaies, ronger les chairs, pour teindre les cuirs; dans la vue d'en augmenter l'action, ils les trituroient ou les faisoient digérer, soit avec l'urine, soit avec le vinaigre, & y ajoutoient quelquefois du sel; ils en frottoient la gueule des ours & des lions, & Pline dit à ce sujet: *tantaque est vis in astringendo ut non queant mordere;* mais il ne paroit pas qu'ils en aient retiré l'acide libre, ni délayé, ni concentré. Le même naturaliste décrit dans le livre suivant un alun liquide qui avoit la propriété de durcir & de *corroder*, mais qui pouvoient bien n'être encore, pour la plus grande partie, que du vitriol de mars, puisqu'il noircissoit avec les astringens; enfin il rapporte que le soufre étoit déja employé à parfumer les laines pour les blanchir, qu'on en brûloit dans les maisons par forme d'expiation religieuse (nous verrons ailleurs que c'étoit une très-bonne purification chymique de l'air chargé de miasmes putrides); mais on ne voit toujours pas qu'ils aient songé à recueillir ni à condenser la vapeur que donne sa combustion, & qui, du moins à un certain point, les auroit mis en possession de l'acide vitriolique libre.

C'est dans les ouvrages de *Basile Valentin*, qui écrivoit sur la fin du 15e. siècle, que l'on trouve la première mention de l'*huile de vitriol* retirée du vitriol de mars, & de l'esprit-de-soufre *per campanam*, ou brûlé sous la cloche. M. Spielman a raison de dire que le procédé y est encore assez mal énoncé, mais il ne faut pas croire ce qu'il ajoute, ainsi que d'autres auteurs, qu'il faille venir après cela jusqu'à *Gerhard Dornœus*, c'est-à-dire franchir un intervalle de près de 90 ans, pour en retrouver quelques traces; cet adepte n'a que l'avantage d'avoir décrit un peu plus clairement ces opérations dans son livre intitulé *Lapis philosophicus*, imprimé à Basle en 1570, & s'il est difficile de reconnoître l'acide vitriolique dans les dissolvans acides (*aquæ valentes*) indiqués par *Agricola*, on ne peut du moins révoquer en doute que *Paracelse*, qui écrivoit plus de 40 ans avant Dornœus, n'ait entendu parler de cet acide, en exposant les vertus d'un esprit très-noble que quelques-uns avoient pris pour du flegme, & que l'on préparoit en distillant à un feu très-fort le vitriol de colcotar.

Il est sans doute étonnant que la découverte de l'acide vitriolique se soit faite aussi tard, mais il ne faudroit pas assurer pour cela que les anciens n'ont jamais tiré aucun parti de sa force dissolvante; car, comme le remarque très-bien le célèbre Pott, l'eau-mère du vitriol de mars est un vrai acide vitriolique nu; & puisqu'ils traitoient ces différentes matières avec addition de divers fluides en digestion sur le feu, il se peut très-bien que dans quelques-unes de ces opérations ils aient obtenu des effets que l'acide vitriolique pouvoit produire, sans imaginer qu'ils avoient, au moins en partie, décomposé le vitriol.

Depuis que cet acide a été découvert, il a été l'objet ou l'instrument d'un très-grand nombre d'expériences, & il n'est guère de Chymistes qui ne se soient appliqués à étendre ou à perfectionner le système de ses propriétés: je tâcherai de recueillir ce que leurs observations présentent de plus intéressant, & je ne négligerai pas de leur en faire honneur à mesure que la marche didactique en fera naître l'occasion; mais c'est sur-tout au génie de *Stahl* que l'on doit à cet égard les faits les plus pré-

rieux ; ses opinions sur sa combinaison avec le principe qu'il a nommé phlogistique ont produit une révolution qui fait une des plus brillantes époques de l'histoire de la Chymie, comme je le ferai voir en examinant la nature de cet acide, & après avoir exposé les diverses manières de se le procurer.

§. II. *Des procédés pour obtenir l'acide vitriolique.*

La nature ne nous donnant pas l'acide vitriolique libre, on est obligé, pour l'obtenir, de décomposer les minéraux qui en contiennent.

Quand je dis que l'on ne trouve pas l'acide vitriolique libre, je ne prétends pas révoquer en doute l'observation de Vandelli, sur la vapeur sulfureuse qui, après s'être condensée, ou plutôt dissoute dans l'eau, coule entre les pierres dans quelques endroits aux environs de Sienne & de Viterbe; c'est le produit accidentel d'un feu volcanique, &, comme le remarque l'illustre Bergman, l'énergie de cet acide est telle, qu'il ne reste pas long-temps sans avoir pris une base. (*Opuscules &c. Dissertation* XXXII. §. 8.)

M. Baldassari assure également avoir trouvé de l'acide vitriolique libre dans une grotte du mont Saint-Amiato, près des bains de Saint-Philippe, à Saint-Albino, & aux lacs de Travalle. (*Journ. Phys. Tom.* VII. *pag.* 396 & 400.) Jusques-là son observation ne présente rien que de très-vraisemblable, puisque ces endroits portent des traces non équivoques de feu volcanique, & même de vapeur sulfureuse qui s'exhale encore actuellement: mais cet auteur ajoute que cet acide se dépose aux parois de la grotte en forme d'efflorescence ou de filets déliés & solides, & nous verrons que l'acide vitriolique pur ne peut être mis en état concret que lorsqu'il est ou fumant, ou très-concentré & exposé à une température froide : or, suivant le témoignage même de M. Baldassari, ces circonstances ne se rencontrent point ; il éprouva dans la grotte de Saint-Amiato une sensation chaude, & il vit son thermomètre monter à 20 *degrés* de l'échelle de Réaumur, tandis qu'il se tenoit à 12 degrés à l'air libre ; d'autre part, il rapporte que les feuilles, les bois & autres corps étrangers, dont le sol étoit jonché, *étoient tous trempés d'humidité.* Ce seroit donc un phénomène bien remarquable que la concrétion de l'acide vitriolique pur dans ces circonstances ; mais la manière dont l'auteur explique cette crystallisation, en supposant que l'acide s'élève avec l'eau, & la laisse aller pour s'unir au phlogistique & former en partie du soufre, est peu propre à inspirer la confiance. De tous les faits qu'il donne en preuve de son observation, deux seulement paroissent mériter attention : le premier est que cet acide concret n'a qu'une saveur acide sans mélange d'austère ; le second, que l'alkali en liqueur n'occasionne aucun précipité dans sa dissolution ; il en résulte, à la vérité, que ce n'est ni de l'alun, ni même du vitriol martial avec excès d'acide; mais, comme le soufre se dissout dans l'excès dans son acide, on peut présumer que cette efflorescence n'étoit que du soufre qui se déposoit en petits crystaux, à mesure que la vapeur acide avec laquelle il s'étoit sublimé attiroit l'eau au lieu de la perdre, & qui, retenant encore une portion de cet acide, devoit en manifester les propriétés.

C'en est assez sur cette formation d'un acide vitriolique natif, qui est bien loin de fournir aux besoins de la Chymie & des arts, il est temps de s'occuper des procédés en usage pour l'obtenir à volonté & en abondance.

Ces procédés consistent à brûler le soufre ou à décomposer les vitriols. Ce n'est pas ici, mais dans le dictionnaire des arts & métiers, que l'on doit chercher la description des atteliers où ces opérations se font en grand pour le commerce, ainsi que le détail des manipulations qui y sont en usage ; je n'en parlerai que pour recueillir les conséquences théoriques, & exposer ce qui s'exécute dans les laboratoires.

On peut rapporter à quatre méthodes la préparation de l'acide vitriolique, 1°. *par la combustion du soufre sous la cloche*, 2°. *par la distillation des vitriols*, 3°. *par la combustion du soufre avec le nitre*, 4°. *par la combustion du soufre seul dans un fourneau à double courant d'air.* Je vais les parcourir successivement.

I. La méthode de *brûler le soufre sous la cloche* est, sinon la plus ancienne, du moins celle qui a été le plus en usage dans les commencemens, parce qu'elle fournit à peu de frais, même avec peu de travail, une petite quantité, qui suffisoit alors à une consommation peu étendue.

On met dans un creuset plat, ou dans une capsule de terre, du soufre pulvérisé ; on l'expose au feu jusqu'à ce qu'il soit fondu ; on porte alors le vaisseau dans une terrine de grès, au fond de laquelle on a mis un peu d'eau chaude, on le pose sur une hausse de terre pour l'empêcher de toucher à l'eau, & on allume le soufre ; tant qu'il continue de brûler, on suspend au-dessus une très grande cloche de verre, la vapeur sulfureuse se condense sur les parois, & coule à la fin dans la terrine.

Il faut, pour le succès de cette opération, que la cloche ne descende pas assez pour intercepter l'air qui doit entretenir la combustion. On recommande aussi de choisir un temps humide ; mais cette circonstance devient indifférente quand le vaisseau où brûle le soufre est environné d'eau chaude, qui fournit sans cesse le véhicule aqueux qui est nécessaire. *Lefebvre* se contentoit d'humecter les parois de la cloche ; il assure que sans cela une livre de soufre donne à peine un gros d'esprit acide. Au lieu

de cloche, *Lemery* se servoit d'un entonnoir de verre avec un col fort allongé & d'un pouce de diamètre; il regardoit cet appareil comme plus avantageux, en ce qu'il pouvoit descendre cet entonnoir presque jusqu'à renfermer le creuset où brûloit le soufre, sans être obligé de le rallumer, l'air se renouvellant assez par le haut, & en ce que par ce moyen il recueilloit *une quantité assez raisonnable d'esprit.* Mais ce Chymiste s'est trompé lorsqu'il a cru que l'acide ne pouvoit s'élever assez pour sortir par le bout de l'entonnoir; il est certain qu'il a dans cette opération toute la volatilité de l'acide sulfureux ou phlogistiqué, & qu'ainsi il doit y avoir une perte, même plus considérable que celle à laquelle on est exposé quand on tient la cloche plus élevée. C'est pour cela que l'on a imaginé de remplacer cet entonnoir par un chapiteau ordinaire d'alembic de verre, d'un volume proportionné à la quantité de soufre qu'on veut brûler, & au bec duquel on adapte un récipient où se rendent les vapeurs acides.

La liqueur que l'on obtient par l'un ou par l'autre de ces procédés n'est pas l'acide vitriolique absolument pur, mais au bout de quelques jours elle se trouve avoir perdu le principe volatil qui lui étoit uni, il est même difficile de la garder dans cet état, quelque précaution que l'on apporte à fermer exactement les vaisseaux. Nous examinerons ailleurs la nature de ce principe volatil qui fait perdre à notre acide sa fixité ordinaire.

II. Pour retirer l'acide vitriolique *par la distillation du vitriol de mars*, on commence par faire dessécher ce sel & lui enlever par la calcination toute son eau de crystallisation; ce qui exige déja un feu d'autant plus violent, que la matière se fond à raison de l'abondance de son eau, & que présentant moins de surface, elle la laisse échapper plus difficilement. On pulvérise ensuite le vitriol calciné, on le met dans une bonne cornue de grès, au fourneau de réverbère, & on adapte un récipient bien lutté à la manière ordinaire pour les distillations des acides. (*Voyez* DISTILLATION.)

En donnant le feu par degrés, on voit sortir des vapeurs blanches qui obscurcissent le récipient; elles sont suivies d'une liqueur qui coule en formes de stries.

Si on change de récipient après que cette première distillation a cessé, & que l'on augmente le feu jusqu'à la dernière violence, on parvient à faire monter tout l'acide du vitriol. Le premier produit est encore un peu aqueux, le dernier est sous forme congelée, épaisse, qui lui a fait donner le nom d'huile de vitriol glaciale. M. Macquer avertit que cette dernière distillation exige un si grand degré de feu & des vaisseaux si parfaits, qu'elle est presque impraticable dans les laboratoires; les académiciens de Dijon l'ont démontrée plusieurs fois dans leurs cours publics, & elle a toujours réussi; à la vérité, ils employoient, à l'exemple de M. Hellot, l'appareil des ballons enfilés, qui, donnant plus d'espace aux vapeurs, les recevant dans une athmosphère moins échauffée par le feu du fourneau, prévient la rupture des vaisseaux & favorise davantage la condensation.

Ce qui reste dans la cornue est la terre ferrugineuse presque entièrement dépouillée d'acide; elle est rouge & prend le nom de *colcotar.*

On pourroit de même décomposer à la distillation le vitriol de cuivre; on préfère le vitriol de mars, parce qu'il est plus commun & moins cher. M Weigel remarque qu'il a encore l'avantage de laisser aller plus facilement son eau de crystallisation, ce qui donne le moyen de la séparer d'avance, & d'obtenir ensuite l'acide plus concentré.

Glauber s'est servi du vitriol de zinc, c'est-à-dire, qu'il a d'abord formé ce sel en mettant du zinc en grenailles dans une dissolution de vitriol de mars; l'acide ayant laissé précipiter le fer pour prendre le zinc, à la faveur de la digestion, il a filtré la dissolution, il l'a évaporée à siccité, & il a traité le résidu salin à la cornue, à la manière ordinaire. Il assure que l'acide vitriolique s'élève plus facilement à distillation, qu'il est plus pur & moins coloré. On comprend qu'en rappellant cette observation mon dessein n'est pas de conseiller une manipulation pour le moins inutile, puisqu'on obtient les mêmes avantages à beaucoup moins de frais.

Meyer & les autres Chymistes allemands font mention d'un acide vitriolique fumant que l'on fabrique à *Nordhausen*, ou plutôt Northausen, en Thuringe, que M. Weigel, dans ses ouvrages latins, appelle *oleum vitrioli Nordhusiense.* Nous verrons ailleurs d'où lui vient cette propriété de fumer & de se crystalliser, quoiqu'il ne soit pas aussi concentré que l'acide vitriolique anglois. M. Macquer a soupçonné que cet acide étoit tiré du vitriol martial par la distillation, & M. Léonhardi ajoute, dans une note sur ce passage, que c'est une chose bien connue en Allemagne.

M. Ferber dit avoir appris (*Neue Beytrage, &c.*) qu'un Suédois nommé Frank avoit autrefois établi en Angleterre une fabrique en grand d'acide vitriolique par la distillation du vitriol de mars, dans laquelle, au lieu de cornue & de récipient, il avoit fait construire, avec un mélange de sable & d'argille, deux petites chambres à quelque distance l'une de l'autre, & communiquant par un tuyau de même nature, de sorte que la distillation se faisoit à-peu-près comme celle du mercure à Almaden & à Idria.

Les vitriols à base terreuse donnent aussi à la distillation un peu d'acide vitriolique. Neuman en a retiré de l'alun, & Margraff du gypse; mais le premier de ces sels ne fournit qu'un phlegme acidulé par une très-petite portion d'acide, parce qu'il ne se décompose pas seul par l'action de la chaleur; le second retient encore plus fortement la totalité de son acide, parce qu'il n'y est pas par

excès, & il faut absolument le contact de quelque matière inflammable pour en dégager une partie qui passe alors en état d'acide sulfureux ou phlogistiqué. C'est ce que le célèbre Margraff a très-bien observé, & il avoit mêlé le gypse avec la poussière de charbon dans la cornue.

III. Un des procédés les plus avantageux pour obtenir en quantité l'acide vitriolique, *est la combustion du soufre avec le nitre.*

Pour cela, on a une très-grande bouteille de verre, placée sur un bain de sable, de manière que son goulot soit horizontal; après y avoir mis un peu d'eau, qu'on entretient à un certain degré de chaleur, on charge une grande cuiller de terre cuite d'un mélange de quatre parties de soufre & d'une partie de nitre pulvérisé, & de quelques brins de filasse interposés; on met le feu au soufre, & on introduit aussi-tôt la cuiller par le goulot de la bouteille jusques dans sa capacité intérieure; on presse enfin le bouchon adapté au manche de la cuiller pour que la bouteille soit bien fermée.

La bouteille se remplit aussi-tôt de vapeurs acides sulfureuses qui, étant saisies par la vapeur de l'eau, se condensent & tombent dans la partie inférieure; ce qui dure tant que subsiste la flamme du soufre alimentée par l'air qui se dégage pendant l'explosion successive du nitre avec le charbon de la filasse. Quand la flamme a cessé, que les vapeurs acides sont condensées, on retire la cuiller pour en introduire une autre chargée des mêmes matières. Cent livres de soufre rendent à-peu-près 100 livres d'acide vitriolique rectifié, quoiqu'il y ait toujours un peu de soufre qui échappe à la combustion.

On fait honneur à des artistes Anglois de l'invention de cette méthode, & je suis très éloigné de le leur contester; il n'y a que ceux qui n'ont jamais mis la main à l'œuvre qui ignorent que c'est encore une invention que d'approprier à une fabrique en grand des manipulations dont le principe existoit auparavant dans les livres; mais il est juste aussi de faire connoître jusqu'à quel point la théorie s'en étoit approchée de ses propres forces. Lemery avoit déja enseigné que l'on pouvoit retirer l'acide vitriolique du soufre en le mêlant avec $\frac{1}{12}$ de son poids de nitre ou de *salpêtre*, & faisant détonner ce mélange par le moyen d'un fer chaud au milieu d'un grand vaisseau de grès, au fond duquel on auroit mis d'avance un peu d'eau; la liqueur filtrée & concentrée par l'évaporation portoit le nom d'*huile de soufre*.

Depuis l'établissement de la première fabrique de ce genre, on y a ajouté bien des perfections; aux ballons de verre on a substitué des chambres revêtues intérieurement de lames de plomb; un chariot a pris la place de la cuiller; au lieu de brûler le mélange dans le vaisseau même qui sert de récipient, on a pratiqué en dehors une espèce de poële destiné à cet usage, de sorte que la condensation des vapeurs est bien plus prompte; en disposant des ouvertures pour rendre à volonté de l'air nouveau, on a obtenu avec moins de nitre une combustion plus entière. L'eau placée dans le récipient délayoit trop l'acide, & entretenoit une chaleur qui s'opposoit à la condensation; on a imaginé d'y porter par un tuyau la vapeur de l'eau tenue en ébullition dans un fourneau extérieur, & on a eu de l'acide concentré. (*Voyez Journal physique, tome IV, page 333, & tome X, page 139; Weber Febriken und kunste, art. 45; Ferber Neue Beytrage, &c. page 325.*)

Je passe rapidement sur ces détails qui intéressent plus le fabriquant que le Chymiste, d'autant plus que l'étiologie de cette opération est facile à saisir; c'est une combustion en vaisseaux clos, à la faveur de l'air que le nitre fournit. Je me réserve d'expliquer ailleurs comment cet air devient partie constituante de l'acide.

IV. C'est avoir atteint le dernier degré de perfection dans cette fabrication que d'être parvenu à retirer le même produit du soufre en le brûlant, pour ainsi dire, en vaisseaux clos, sans addition de nitre, *par le moyen du fourneau à double courant d'air.* J'appelle ainsi un fourneau dans lequel, indépendamment du courant d'air qui sert à entretenir le feu dans le foyer, on établit un autre courant qui, ne communiquant pas avec le premier, est forcé de passer dans un ballon un creuset ou autre pièce que l'on peut considérer comme le laboratoire du fourneau, & qui, léchant continuellement les substances qu'on y expose, en même-temps qu'il sert matériellement à leur donner une nouvelle forme, les porte par son mouvement dans des vaisseaux disposés pour leur servir de récipient. Tels sont les principes que j'ai communiqués, il y a plusieurs années, à l'académie de Dijon, pour la construction d'un fourneau à calciner le zinc (*nouv. mém. premier sem. 1782, page 19*). Il est aisé de concevoir qu'il ne doit pas avoir moins de succès pour brûler un soufre que pour calciner un métal, ces opérations n'étant pas seulement analogues, mais identiques.

On met donc au-dessus du foyer d'un fourneau à vent ordinaire un vaisseau que l'on entretient rouge; ce vaisseau, qui a la forme d'un cylindre renflé dans son milieu, ou d'un ballon à deux goulots, présente une de ces ouvertures hors des parois extérieures du fourneau, & c'est par-là que l'on introduit le soufre; l'autre ouverture communique à une suite de ballons enfilés, dans lesquels on entretient de l'eau en vapeurs par des réchauds placés au-dessous. Le dernier récipient demeurant ouvert, & l'air étant très-raréfié dans le creuset, on conçoit qu'à mesure qu'on y jette du soufre, l'air du dehors s'y précipite, en détermine la combustion, passe dans les récipiens, entraîne l'acide en vapeurs, & sort après l'avoir

déposé dans l'eau. L'auteur des notes sur les arts & métiers, de l'édition de Neuchatel, assure avoir souvent répété cette expérience avec un appareil de sept ballons, sans que personne de la maison sentît l'odeur du soufre, quoique l'appareil ne fût pas sous une cheminée, & par conséquent sans qu'il s'échappât la moindre partie d'acide.

§. III. *De la rectification & concentration de l'acide vitriolique.*

L'acide que l'on obtient par ces divers procédés a communément une odeur sulfureuse; il est noirci par des matières inflammables, il est délayé dans une grande quantité d'eau; il faut en séparer tout ce qui est étranger avant que d'examiner ses propriétés, & même pour s'en servir dans les opérations de Chymie.

I. L'odeur sulfureuse se dissipe spontanément à l'air: je traiterai séparément de l'acide qui est rendu volatil par cette composition. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE PHLOGISTIQUÉ.

Pour blanchir l'acide vitriolique noirci par des matières phlogistiques, quelques-uns y jettent un peu de nitre, c'est une sophistication & non une rectification; en effet, le nitre est décomposé par l'acide vitriolique plus puissant, l'acide nitreux s'empare du phlogistique, passe avec lui en gas nitreux, & l'acide vitriolique devient blanc, mais la base du nitre y reste; il est donc moins pur qu'auparavant.

Il y a moins d'inconvénient à se servir pour cela de l'acide nitreux, mais il peut en rester qui ne soit pas décomposé par les matières phlogistiques, & c'en seroit assez pour induire en erreur dans bien des expériences; ainsi l'on ne doit compter pour les usages de la Chymie que sur l'acide vitriolique rectifié par distillation: quand on a fait passer dans le récipient tout ce qui est susceptible de se volatiliser en vaisseaux clos à un certain degré de chaleur, on trouve dans la cornue l'acide vitriolique blanc & sans odeur. C'est aussi, comme nous le verrons, le moyen de le concentrer.

Suivant M. Macquer, l'acide vitriolique retiré du soufre brûlé avec le nitre contient toujours un peu d'acide nitreux qui le rend infidèle dans les expériences, & il ajoute que *c'est-là un inconvénient d'autant plus grand, que la Chymie semble ne fournir aucun moyen de purifier l'acide vitriolique de cet alliage d'acide nitreux;* mais M. Crell remarque très-bien que l'acide nitreux s'élevant à un degré de chaleur beaucoup plus foible, il est possible de le séparer par la distillation; il propose même un moyen de faire cette séparation sans distillation, c'est de jetter une petite quantité de soufre dans l'acide vitriolique, de le faire digérer à une douce chaleur, & d'ajouter successivement assez de soufre pour qu'il prenne une couleur brunâtre; il se forme, dit-il, de l'acide vitriolique phlogistiqué qui est sur-le-champ décomposé par l'acide nitreux; après cela on peut le redistiller pour les cas où il est nécessaire d'avoir un acide absolument pur & exempt de soufre & de phlogistique. (*Chemische annalen*, 1784, *part.* 1, *page* 476.)

On trouve dans le volume de l'académie royale des sciences, imprimé en 1784, un mémoire communiqué à cette compagnie par MM. de Lassone & Cornette dès 1781, qui contient des expériences décisives sur la question de savoir si la distillation peut séparer tout l'acide nitreux qui se trouve uni à l'acide vitriolique, & qui doit dispenser de recourir à d'autres moyens pour faire cette séparation. Ces deux célèbres académiciens ne se sont pas bornés à opérer sur les acides vitrioliques du commerce, ils ont formé des mélanges des deux acides, & ont constamment observé que la première liqueur qui passoit dans le récipient étoit chargée de tout l'acide nitreux, & que l'acide vitriolique qui s'élevoit ensuite étoit *totalement séparé de tout mélange d'acide nitreux.* Ils ont seulement cru appercevoir que lorsque les vaisseaux étoient luttés, l'acide vitriolique parvenu à un certain degré de concentration attiroit le gas nitreux & s'altéroit de nouveau, tandis que les vaisseaux étant ouverts, la chaleur de la distillation dissipoit entièrement ce gas & en empêchoit la résorbtion.

Il ne seroit pas impossible encore que l'acide vitriolique retiré du soufre brûlé avec le nitre tînt une portion de nitre même, emporté par la déflagration, avant qu'il soit décomposé, sur-tout dans les atteliers où cette combustion se fait dans le même vaisseau qui reçoit immédiatement les vapeurs acides; & dans ce cas il y auroit du vitriol de potasse.

Enfin nous avons vu que dans les grandes manufactures on avoit substitué des chambres revêtues de plomb aux vaisseaux de verre ou de grès, auxquels on ne pouvoit donner toute la capacité qu'on desiroit: il est bien certain que l'action de l'acide vitriolique sur le plomb n'est pas assez puissante pour opérer sur-le-champ une dissolution sensible; mais n'en prend-il pas une quantité suffisante pour le rendre impur, infidèle dans les expériences, dangereux dans les usages médicinaux? c'est ce dont on est au moins en droit de douter. M. Gunther a trouvé au fond d'une bouteille d'acide vitriolique d'Angleterre, d'environ 100 livres, une matière épaisse & qui ne se laissoit pas dissoudre dans l'eau; il la mit dans un creuset, & obtint par un degré de feu médiocre quatre onces de chaux blanche qui, traitées à la fusion avec le flux noir, donnèrent du plomb. (*Crell, neuest. entdeck. partie* 2, *p.* 63.) J'ai peine à croire ce qu'ajoute M. Gunther, que tout le vitriol de plomb s'étoit rassemblé dans le bas, & que l'acide qui étoit au-dessus n'en avoit rien pris; il n'en a jugé que parce que l'addition de l'alkali déliquescent n'y a pas occasionné de précipité, & cela prouvoit seulement qu'il n'en tenoit

pas en auſſi grande quantité que la partie inférieure. Ce ne peut être ſans doute que par quelqu'accident extraordinaire que l'acide de cette bouteille s'eſt trouvé chargé de tant de vitriol de plomb, & c'eſt parce qu'il très-rare qu'il y exiſte en quantité ſenſible, que l'on n'a pas été tenté de l'y chercher; mais la poſſibilité qu'il s'y rencontre, à quelque petite doſe que ce ſoit, doit ſuffire pour mettre en garde les Chymiſtes.

C'eſt à l'occaſion de l'obſervation que je viens de rapporter, que M. Macquer recommande expreſſément aux Chymiſtes de préparer eux-mêmes ſuivant l'ancienne méthode, c'eſt-à-dire, par la diſtillation du vitriol de mars, tout l'acide qu'ils deſtinent à des expériences, comme le ſeul moyen d'être aſſuré de ſa pureté. Je ne ſais s'il ne ſeroit pas encore plus avantageux d'établir à cet effet dans les laboratoires un fourneau à double courant, ainſi que je l'ai décrit, pour la combuſtion du ſoufre ſeul, & qui donneroit bien ſûrement un acide au moins auſſi pur : mais il y a une voie encore plus courte que l'on ne manquera pas de choiſir dès qu'on ſera convaincu qu'elle peut remplir le même objet, c'eſt de purifier l'acide de toute matière fixe en le faiſant monter lui-même à la diſtillation.

Il paroît que M. Macquer avoit jugé cette diſtillation peu praticable, & même ſujette à des accidens; mais il n'y a de danger que lorſque l'on pouſſe imprudemment le feu, de manière à faire prendre à l'acide un mouvement d'ébullition qui ne manque pas d'occaſionner la rupture des vaiſſeaux. M. Bergman, dans ſa diſſertation ſur la terre des gemmes, ne veut pas qu'on emploie à leur analyſe d'autre acide que celui *qu'on a fait paſſer lentement à la diſtillation dans une cucurbite baſſe*. Gaubius s'eſt aſſuré qu'on pouvoit diſtiller l'acide vitriolique juſqu'à ſiccité; MM. de Laſſone & Cornette rapportent pluſieurs expériences qui ne laiſſent aucun doute à cet égard (*Mém. de l'acad. R. des ſciences*, *ann.* 1781, *p.* 649) : ils ont achevé en moins de ſix heures la *diſtillation totale* d'une livre d'acide vitriolique non coloré, qui donnoit 67 degrés au pèſe-liqueur de M. Baumé, c'eſt-à-dire, dont la peſanteur ſpécifique étoit au-deſſus de 1,88; dans cette opération, ils avoient ſimplement placé la cornue ſur une aſſiette de terre couverte d'un peu de ſable. Enfin, M. Dollfuſz dit avoir fait monter à la diſtillation un acide vitriolique dont la peſanteur ſpécifique étoit de 1,75; à la vérité, c'étoit de l'acide fumant des fabriques de Saxe, où on le tire du vitriol de mars, & nous verrons qu'il ne doit pas être entièrement aſſimilé à celui qu'on prépare avec le ſoufre.

Ainſi, les Chymiſtes ont préſentement le choix, ou de préparer eux-mêmes ſans grande peine leur acide vitriolique, ou de purifier celui du commerce de tout mélange, ſoit d'acide nitreux comme plus volatil, ſoit des vitriols terreux alkalins ou métalliques qui peuvent s'y rencontrer, comme étant plus fixes; mais il ne leur eſt pas permis de négliger l'une ou l'autre de ces précautions; la première condition pour faire des expériences utiles eſt d'employer des matières pures.

II. La *concentration* de l'acide vitriolique n'a d'autre objet que de lui enlever une portion d'eau ſurabondante, & comme elle s'élève à un moindre degré de chaleur, il ſuffit de la faire évaporer ou de la faire paſſer à la diſtillation.

Par l'*évaporation* dans des vaiſſeaux ouverts, on fait partir très-facilement la plus grande partie de l'eau quand l'acide eſt très-délayé, & ce moyen eſt le plus expéditif pour obtenir une médiocre concentration; mais quand on veut avoir un acide auſſi déflegmé qu'il eſt poſſible, il faut avoir recours à la *diſtillation*, ſoit parce que les dernières portions d'eau étant plus adhérentes exigent un plus grand degré de chaleur pour ſe volatiliſer, ſoit parce que l'acide approchant de l'état de concentration, reprendroit à l'air ambiant preſque autant d'eau qu'il en perdroit, ſoit enfin parce qu'il attireroit facilement des parcelles de matières inflammables qui l'auroient bientôt rendu noir & ſulfureux.

On choiſit pour cette diſtillation une cornue de verre capable de réſiſter aux acides, on la remplit à moitié d'acide vitriolique, on la place au fourneau de réverbère dans un bain de ſable aſſez profond pour qu'elle puiſſe en être preſque entièrement couverte. Après avoir adapté le récipient, on échauffe par degrés, & on augmente le feu inſenſiblement, de manière cependant que les gouttes ne ſe ſuccèdent que lentement, & que l'acide ne prenne pas, ſur-tout vers la fin, un mouvement d'ébullition dont il n'eſt alors ſuſceptible qu'à un degré de chaleur fort approchant de l'incandeſcence, & qui feroit infailliblement éclater les vaiſſeaux, en l'élevant preſque inſtantanément en vapeurs. Lorſque cela arrive, ou que la cornue caſſe par quelqu'accident, il ſeroit imprudent de reſter dans le laboratoire.

On arrête la diſtillation, lorſqu'on voit dans le récipient à-peu-près tout le flegme que l'on ſe propoſoit de ſéparer de l'acide, ce qui dépend du degré de concentration qu'il avoit auparavant.

Lorſque les vaiſſeaux ſont refroidis, on délute le récipient, on trouve dans la cornue de l'acide vitriolique ſans couleur, ſans odeur, & ſa peſanteur ſpécifique ſenſiblement augmentée. On le tranſvaſe dans des flacons bien nets, dont les bouchons de verre uſés à l'émeri ferment exactement. Pour ſentir la néceſſité de ces précautions, il ſuffit de ſavoir que l'acide vitriolique concentré attire puiſſamment l'humidité de l'air, & que la moindre paille, une ſimple vapeur phlogiſtique, le noirciroit promptement.

MM. de Lassone & Cornette font mention d'un phénomène bien surprenant au sujet de cette concentration, & qu'ils assurent avoir vérifié plusieurs fois; c'est que si l'on continue la distillation aprés avoir concentré l'acide, ou, ce qui est la même chose, si on distille de l'acide déja concentré, les derniéres portions qui passent dans le récipient se trouvent plus foibles. Ces savans académiciens ont traité à la distillation, dans une cornue bien séche, une livre d'acide vitriolique d'Angleterre qui donnoit 67 degrés au pése - liqueur de M. Baumé; ils avoient préparé quatre récipiens pour recevoir tout l'acide en quatre parties égales; ces quatre portions examinées au pése-liqueur ont donné les résultats suivans : « la *première* portion étoit plus foible, elle » ne donnoit plus que 66 degrés; la *seconde* en donnoit 67, la *troisième* $67\frac{1}{4}$; enfin la *quatrième*, devenue plus légére, ne donnoit plus au pése-liqueur que 66 degrés forts; la différence étoit si » sensible, que 2 gros d'acide de la seconde fraction ont exigé 3 gros 52 grains d'alkali fixe pour » leur saturation complette, tandis qu'il n'en a » fallu que trois gros 34 grains pour la saturation » d'une pareille quantité d'acide du dernier pro- » duit ». (*Mém. de l'Acad. ann.* 1781, *p.* 650.)

MM. de Lassone & Cornette concluent de là qu'il est un terme pour la concentration de l'acide vitriolique; que tant qu'il est foible, il suit la loi générale de la concentration des acides, mais que lorsqu'il est parvenu à un certain degré de force, il ne peut passer outre, & devient ensuite plus léger: & ils demandent si on ne pourroit pas attribuer cette légéreté *à la présence du feu dont il se trouve pénétré.*

Avant que d'admettre cette conclusion, il me semble que le fait doit être de nouveau examiné, & qu'en répétant l'expérience, il faut prendre avec soin le poids absolu des quatre produits séparés de la distillation; si, comme je le présume, la somme de ces poids excéde le poids de l'acide mis dans la cornue, il sera aisé de juger que ce n'est point le feu ou la chaleur qui a pu produire une augmentation sensible de pesanteur; il sera démontré que l'acide a réellement repris de l'humidité de l'air athmosphérique; on concevra facilement que cet air a pu rentrer dans la cornue lors de la substitution des récipiens; on concluera seulement de la densité décroissante du dernier produit, que c'est sur la fin de l'opération que l'air humide est attiré plus puissamment par l'acide, ou que le même volume d'air rentrant produit un plus grand effet sur une moindre quantité d'acide. Il n'y aura donc plus ici d'autre phénomène que celui qu'avoit déja observé M. Baumé, que l'acide vitriolique, même pendant l'évaporation sur le feu, perd de sa pesanteur spécifique, s'il est en contact avec l'air.

Comme il pourroit arriver que la perte de l'acide en vapeurs sulfureuses se trouvât assez considérable pour faire compensation avec la portion d'eau acquise, j'indiquerai dans ce cas un autre moyen encore plus sûr pour décider la question; ce seroit de recevoir tous les produits dans un même récipient portant une tubulure à robinet de verre, par laquelle on feroit couler l'acide distillé en autant de portions séparées que l'on jugeroit à propos, sans être obligé de laisser rentrer de nouvel air dans l'appareil.

Je crois d'autant plus devoir insister sur la nécessité de ces expériences, que ce n'est pas seulement l'acide vitriolique, mais encore les deux autres acides minéraux que MM. de Lassone & Cornette ont reconnu sujets à cette décroissance de densité sur la fin de leur distillation, lorsqu'on les prend à un certain degré de force ou de concentration.

Avant que de finir sur cet article, je présenterai encore une réflexion qui peut servir à estimer le degré de probabilité de l'hypotése proposée par les deux savans académiciens pour l'explication de ce phénomène. Si les derniers produits de la distillation de ces acides ne devenoient moins denses qu'à raison du feu qu'ils contiennent, il ne feroit que changer leur volume sans changer le rapport de leur masse ou poids absolu avec la quantité d'acide réel contenu dans un poids donné, puisqu'il n'y a encore aucune observation de la pesanteur sensible du feu : 2 gros de la portion d'acide vitriolique, ainsi raréfié par le feu, auroient donc dû, par exemple, prendre pour leur saturation tout autant d'alkali que 2 gros de la portion la plus déflegmée; or, nous avons vu que le contraire étoit arrivé, qu'il avoit fallu pour les 2 gros du troisième produit à-peu-près $\frac{1}{11}$ de plus d'alkali que pour 2 gros du quatrième; dès-lors il est évident que celui-ci contenoit autre chose que de l'acide réel & du feu, & ce ne peut-être que l'eau qu'il avoit reprise.

On trouve aujourd'hui dans le commerce, & même à un assez bon prix, de l'acide vitriolique tres-concentré; celui que j'ai tiré de la manufacture de Javel, pour mes expériences aérostatiques, donnoit 66 degrés au pése-liqueur des sels de M. Baumé, ce qui revient à peu-prés à 1,848 de pesanteur spécifique.

Suivant Meyer, l'acide vitriolique de Nordhausen, quoique fumant, contient moins d'acide que l'acide des fabriques angloises, qui n'est pas fumant; mais tous les Chymistes allemands ne sont pas d'accord sur ce point : M. Weigel donne au premier une pesanteur spécifique de 1,898, & au second de 1,851. (*Observ. chem. &c. part.* 1, *p.* 56.) M. Weber a trouvé une différence encore plus considérable, puisqu'il lui a fallu 13 onces $\frac{1}{2}$ d'alkali pour saturer 10 onces d'acide vitriolique allemand, tandis que 12 onces $\frac{1}{2}$ du même alkali ont suffi pour la saturation complette de 10 onces d'acide vitriolique anglois. (*Physicalisch. chemisch. magazin.*) Ce Chymiste ne nie pas que l'acide vitriolique anglois ne puisse être porté au même degré de force & de concentration que celui de Nordhausen, mais il assure qu'il

qu'il ne peut jamais être mis en état d'*acide vitriolique glacial* ou fumant. J'examinerai dans la suite d'où peut venir cette propriété particulière à l'acide qu'on fabrique en Allemagne par la distillation du vitriol martial. M. Dollfusz, dont les expériences me serviront à répandre quelques lumières sur la cause de ce phénomène, dit avoir employé un acide vitriolique de Saxe, dont la pesanteur spécifique étoit 1,95. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE FUMANT.

Enfin MM. Baumé & Bergman assurent que la concentration de cet acide peut être portée au point de peser 17 gros dans une bouteille qui contient seulement une once d'eau, c'est-à-dire à 2,125 de pesanteur spécifique.

Mais ce n'est pas assez pour les Chymistes de savoir aujourd'hui jusqu'à quel degré cet acide peut être déflegmé, ni de comparer d'une manière vague & indéterminée les différens états de sa concentration; on a commencé à sentir la nécessité de doser les principes dans les compositions, & les avantages que l'on pouvoit en retirer dans les analyses & dans le calcul des affinités; il faut donc indiquer ici les moyens d'atteindre à cette précision.

§. IV. *De la manière d'estimer l'acide réel contenu dans une quantité donnée d'acide vitriolique.*

C'est au célèbre Kirwan que la Chymie doit la méthode que je vais faire connoître; & les conséquences qu'il en a tirées pour l'explication des phénomènes des attractions électives sont si multipliées & si intéressantes, que l'on ne peut donner trop d'attention aux principes qui leur servent de base. La table que cet académicien a dressée ne laisse presque rien à faire pour jouir du fruit de son travail, mais elle suppose que l'on a déterminé d'abord avec précision le degré de concentration de l'acide; elle est fondée sur des expériences & des calculs qu'il faut apprécier: je vais m'occuper successivement de ces deux point préliminaires.

I. Il seroit très-commode sans doute de pouvoir prendre la pesanteur spécifique d'un acide par la seule immersion d'un instrument; c'est ce que M. Baumé a cherché dans la construction de son *pèse-liqueur des sels*, & je ne veux pas nier qu'il ne puisse être utile dans bien des occasions; mais il ne faut pas se dissimuler qu'il est aussi très-éloigné de l'exactitude nécessaire à notre objet. Les degrés de son échelle sont des divisions égales entre deux points extrêmes, quoique le volume de l'instrument, & par conséquent du fluide déplacé, décroisse à mesure que la densité augmente. Je n'ai pas besoin d'en dire davantage pour mettre dans le cas d'apprécier le principe de sa construction.

L'aréomètre ou pèse-liqueur proposé par M. Brisson est bien plus juste, puisqu'il est gradué par l'observation même des poids; mais l'auteur convient que l'exécution en est si délicate, qu'elle ne peut être confiée à des ouvriers.

Le pèse-liqueur d'Homberg est d'un usage très-incommode, quand les tubes destinés à introduire les liqueurs & à laisser sortir l'air sont très-capillaires; il devient équivoque quand on prend une fiole dont le col soit un peu large; dans tous les cas il exige l'appareil d'une balance très-sensible & des poids exacts.

Il n'y a donc réellement que le pèse-liqueur de Farenheit qui puisse être approprié à ces expériences; le volume du liquide qu'il déplace étant constamment le même, les poids que l'on ajoute dans le bassin supérieur pour faire descendre l'instrument au même point, donnent nécessairement des rapports exacts de densité; la seule perfection que l'on put y desirer étoit que cet instrument devint comparable sans calcul, en lui donnant toujours un volume & une pesanteur tels que les poids additionnels fournissent eux-mêmes l'expression numérique des rapports de densité; tels sont les pèse-liqueurs dont je me sers maintenant, & dont je ne puis trop recommander l'usage. Les uns pèsent & déplacent 1000 grains d'eau distillée à la température de 10 degrés du thermomètre, les autres mille demis, d'autres mille quarts de grain, pour pouvoir opérer sur de petites quantités; ceux qui sont destinés pour les acides ont d'avance un poids additionnel connu, réuni à leur lest. Les premiers m'ont été donnés par M. de Gouvenain, qui s'occupe depuis long-temps de cette matière, & qui rendra un vrai service aux physiciens s'il achève les tables qu'il a commencées pour rapporter à l'usage de cet instrument les observations de la différente dilatabilité des liqueurs dans les diverses températures.

Ainsi, lorsque je veux prendre la densité d'un acide vitriolique concentré, j'y plonge un de ces pèse-liqueurs, qui déplace, par exemple, mille grains d'eau distillée, & dans lequel j'ai déja fait entrer 500 grains de mercure, comme poids additionnel, pour le maintenir dans une situation perpendiculaire; je charge pour lors le bassin d'autant de grains & de fractions de grain qu'il est nécessaire pour le faire descendre au point marqué sur la tige; & s'il faut pour cela 212 grains $\frac{3}{8}$, je vois tout desuite que la densité de cet acide est à celle de l'eau :: 1712 $\frac{3}{8}$: 1000, ou bien :: 1,712375 : 1.

On objectera peut-être la difficulté de donner en même-temps à ces aréomètres un volume & un poids déterminés, & il est bien certain que les ouvriers n'y réussissent pas du premier coup; mais j'ai l'expérience qu'avec un peu d'intelligence & d'attention, ils en acquièrent bientôt la pratique; c'est au surplus tout ce que l'on peut chercher dans la perfection d'un instrument, qu'en prenant un peu plus de temps à celui qui le façonne, il en épargne beaucoup à celui qui s'en sert.

II. Homberg avoit tenté de déterminer les proportions dans lesquelles l'acide & l'alkali entroient dans la composition du vitriol de potasse, mais il ne tenoit pas même compte de l'eau de crystallisation de ce sel; parmi les modernes, deux très-grands Chymistes, MM. Bergman & Wenzel, ont donné des analyses un peu plus exactes de quelques sels neutres, mais ils étoient comme réduits à considérer comme acide pur l'acide chargé de toute l'eau qu'ils ne parvenoient pas à en séparer; & jusques dans ces derniers temps on n'auroit pas imaginé qu'il fût possible de *déterminer la quantité d'acide réel contenu dans un acide actuellement uni à une portion d'eau plus ou moins considérable.* Le célèbre Kirwan a osé entreprendre la résolution de ce problême, & l'approximation très-satisfaisante à laquelle son travail l'a conduit, n'est pas une des moindres preuves de ce que l'on doit attendre des progrès de la Chymie, quand ceux qui la cultiveront réuniront à la pratique de l'expérience le génie qui en ordonne les procédés & l'esprit mathématique qui en soumet les résultats au calcul.

M. Kirwan avoit remarqué qu'à la différence des deux autres acides minéraux, l'acide muriatique pouvoit être mis en état de gas sec & privé de toute eau; il fit de cette observation la première base de ses recherches: considérant ce gas comme l'acide réel, il le mêla à l'eau en diverses proportions, & forma d'après cela une table des quantités d'acide réel correspondantes aux pesanteurs spécifiques. *Voyez* ACIDE MURIATIQUE.

L'opération devenoit bien plus difficile pour les deux autres acides minéraux; mais ses expériences avec l'acide muriatique qu'il avoit lui-même composé de gas muriatique, lui avoient appris qu'il falloit 46,77, grains de ce qu'il appelloit acide muriatique *réel* pour la saturation de 100 grains de potasse caustique, & 36,23 grains pour 100 grains de méphite de potasse; il supposa pour lors *que la même quantité de potasse pouvoit saturer le même poids d'acide réel quelconque;* il calcula d'après cette supposition la pesanteur spécifique de l'acide *réel* de chacun des deux autres acides minéraux, & les calculs se trouvant correspondre assez exactement avec l'observation de la saturation des trois acides, à différens degrés de densité, il en conclut que son opération étoit juste. Telle est l'idée générale de la marche qu'il a suivie: il faut exposer maintenant, avec un peu plus de détail, ce qui regarde particuliérement l'acide vitriolique.

M. Kirwan a pris 2519,75 grains d'acide vitriolique dont la pesanteur spécifique étoit 1,819; il y a ajouté peu-à-peu 180 grains d'eau distillée; six heures après, sa pesanteur spécifique n'étoit plus que 1,771. Il y versa encore 178,75 grains d'eau, & le mélange refroidi au degré de l'atmosphère (qui étoit entre 50 & 60 de Farenheit, à-peu-près 10 de Réamur) n'avoit plus que 1,719, de densité. Ce Chymiste avoit d'abord établi son calcul sur ces observations; mais après la publication de son premier mémoire, il s'apperçut que ces mélanges avoient acquis beaucoup plus de densité; il en conclut qu'il ne suffisoit pas de les laisser refroidir à la température de l'atmosphère, qu'il falloit un intervalle de 12 heures au moins avant que le mélange de l'acide vitriolique concentré avec le double de son poids d'eau eût atteint le *maximum* de densité dont il étoit susceptible, & que l'intervalle devoit être d'autant plus considérable, que la proportion d'eau étoit plus foible. Il recommença donc ces expériences, & trouva en effet qu'après 24 heures la densité de son premier mélange étoit 1,798, au lieu de 1,771.

D'autre part, M. Kirwan avoit reconnu que 6,5 grains d'acide vitriolique à 1,819 de pesanteur spécifique saturoient la même quantité de potasse qu'un poids donné d'acide muriatique qui contenoit 3,55 d'acide réel. Il avertit qu'en cherchant ce point de saturation, il faut avoir l'attention d'affoiblir l'acide d'une certaine quantité d'eau pour empêcher la dissipation de l'acide par la chaleur; cette quantité d'eau étant connue, il est facile de la déduire après l'opération.

C'est avec ces données que cet académicien a cru pouvoir déterminer la pesanteur spécifique de l'acide vitriolique *réel*, & voici son raisonnement.

Si cet acide s'unissoit à l'eau sans qu'il y eût diminution de volume, rien ne seroit plus facile que de déterminer la pesanteur spécifique de l'acide vitriolique *réel*, car elle seroit, comme son poids absolu, divisé par la perte de poids qu'il éprouve dans l'eau. Or, cette perte étant comme la perte totale des 6, 5 grains, moins la perte de la portion d'eau, on auroit $\frac{6,5}{1,819} = 3,572$ pour la perte totale.

De cette perte totale.	3,572.
Otant la perte de la portion d'eau,	2,95.
Reste	0,622

pour la perte de poids de l'acide *réel*.

Ainsi, la pesanteur spécifique de cet acide seroit $\frac{3,55}{0,622} = 5,707$.

Mais il est bien connu qu'il y a *accroissement de densité*, quand on mêle l'acide vitriolique avec l'eau; la perte de poids que donneroit l'acide pur (dit M. Kirwan) seroit donc plus considérable,

& par conséquent sa pesanteur spécifique plus foible que celle trouvée par ce calcul.

Pour arriver à la solution du problème, il falloit déduire cet accroissement de densité, de manière que le reste indiquât la pesanteur spécifique mathématique de l'acide *réel*. M. Kirwan chercha d'abord à déterminer la quantité à déduire, par l'observation de la diminution des volumes dans des mélanges d'acide & d'eau en différentes proportions; mais ces expériences ne lui ayant pas donné la précision qu'il desiroit, il préféra la méthode suivante.

6,96 grains de l'acide vitriolique dont la pesanteur spécifique est 1,798 (après le refroidissement complet du mélange), contiennent, comme on l'a vu, la même quantité de 3,55 grains d'acide *réel*, & 3,41 grains d'eau.

Sa pesanteur spécifique seroit donc *par le calcul* 1,726.

Car la perte de poids que 3,55 d'acide éprouvent dans l'eau est, comme ci-devant, $\frac{3,55}{5,707} = 0,622$

La perte de l'eau est 3,41

Et le total de ces pertes . . . . . 4,032.

Or $\frac{6,96}{4,032} = 1,726$.

Cependant la pesanteur spécifique se trouve par l'expérience 1,798.

$1,798 - 1,726 = 0,72$. Cette différence est précisément l'accroissement de densité, en supposant la pesanteur spécifique de l'acide *réel* $= 5,707$.

Mais M. Kirwan ayant employé dans la suite un acide vitriolique encore plus concentré, & qui étoit à 1,8846 de densité, pour avoir une plus grande approximation, il a trouvé que cette différence montoit à 0,104 pour un acide dont la gravité spécifique étoit 1,819.

L'accroissement de densité une fois déterminé, on déduit facilement, suivant ses principes, la pesanteur spécifique de l'acide réel.

De la pesanteur spécifique que donne l'observation, ... 1,819

On ôte cet accroissement . . . 0,104

Il reste 1,715

qui est la pesanteur spécifique *mathématique* de cet acide.

Donc la perte de poids de 6,5 grains d'acide à 1,819 de pesanteur spécifique est $\frac{6,5}{1,715} = 3,79$

Otant de cette somme la perte de l'eau, 2,95

Reste 0,84

qui est la perte qu'éprouve l'acide même, ou le poids d'un volume d'eau égal à celui de l'acide *réel*.

Ainsi $\frac{3,55}{0,84} = 4,226$ que l'on peut regarder comme une très-grande approximation de la pesanteur spécifique de l'acide vitriolique *réel*.

Pour vérifier ces résultats, M. Kirwan les a comparés avec les pesanteurs spécifiques des mélanges qu'il avoit faits de quantités plus considérables; & ayant trouvé qu'en additionnant la pesanteur spécifique calculée ou mathématique avec l'accroissement de densité, le total s'éloignoit très-peu de la pesanteur spécifique que donnoit l'expérience, il en conclut que son opération étoit juste.

C'est sur ces principes, & en continuant les mélanges d'acide & d'eau jusqu'à ce que les pesanteurs spécifiques se soient rapprochées, qu'il a dressé la table suivante, où l'on voit d'abord les proportions d'acide réel & d'eau, ensuite l'accroissement de densité, enfin les pesanteurs spécifiques, soit mathématique, soit physique ou par expérience, de ces mélanges.

Les deux dernières colonnes indiquent l'attraction respective de l'acide & de l'eau, aussi loin qu'elle marche avec l'augmentation de densité. M. Kirwan s'est arrêté à ce terme, parce qu'il n'a pu connoître la loi que cet accroissement suit au-delà.

TABLE DES DENSITÉS DE L'ACIDE VITRIOLIQUE.

ACIDE vitriolique.	ACIDE réel.	EAU.	ACCROISSEMENT de densité.	PESANTEUR spécifique mathématique.	PESANTEUR spécifique suivant l'expérience.	ATTRACTION de l'acide & de l'eau.	ATTRACTION de l'eau & de l'acide.
Grains.	*Grains.*	*Grains.*					
1000	— —	387,95	0,007	1,877	1,8846	0,007	0,137
1100	— —	487,95	0,104	1,740	1,884	0,104	0,144
1200	— —	587,95	0,105	1,637	1,742	0,105	0,144
1300	— —	687,95	0,144	1,561	1,705	0,144	0,105
1400	— —	787,95	0,144	1,500	1,644	0,144	0,104
1500	— —	887,95	0,137	1,452	1,589	0,137	0,007
1600	— —	987,95	0,137	1,412	1,539		
1700	— —	1087,95	0,130	1,379	1,509		
1800	— —	1187,95	0,124	1,350	1,474		
1900	— —	1287,95	0,116	1,326	1,442		
2000	— —	1387,95	0,116	1,304	1,420		
2100	— —	1487,95	0,112	1,286	1,398		
2200	— —	1587,95	0,112	1,269	1,381		
2300	— —	1687,95	0,108	1,254	1,362		
2400	— —	1787,95	0,104	1,241	1,345		
2500	— —	1887,95	0,104	1,229	1,333		
2600	— —	1987,95	0,101	1,219	1,320		
2700	— —	2087,95	0,096	1,209	1,307		
2800	— —	2187,95	0,091	1,200	1,291		
2900	— —	2287,95	0,090	1,192	1,282		
3000	— —	2387,95	0,090	1,184	1,274		
3100	612,05	2487,95	0,090	1,177	1,267		
3200	— —	2587,95	0,090	1,170	1,260		
3300	— —	2687,95	0,089	1,164	1,253		
3400	— —	2787,95	0,084	1,159	1,243		
3500	— —	2887,95	0,083	1,150	1,233		
3600	— —	2987,95	0,073	1,149	1,222		
3700	— —	3087,95	0,073	1,144	1,217		
3800	— —	3187,95	0,071	1,140	1,211		
3900	— —	3287,95	0,071	1,136	1,208		
4000	— —	3387,95	0,071	1,132	1,204		
4100	— —	3487,95	0,070	1,128	1,198		
4200	— —	3587,95	0,070	1,125	1,195		
4300	— —	3687,95	0,070	1,121	1,191		
4400	— —	3787,95	0,070	1,118	1,188		
4500	— —	3887,95	0,070	1,115	1,185		
4600	— —	3987,95	0,070	1,113	1,183		
4700	— —	4087,95	0,070	1,110	1,180		
4800	— —	4187,95	0,070	1,107	1,177		
4900	— —	4287,95	0,070	1,105	1,175		
5000	— —	4387,95	0,070	1,103	1,172		
5100	— —	4487,95	0,069	1,100	1,169		
5200	— —	4587,95	0,069	1,098	1,167		
5300	— —	4687,95	0,069	1,096	1,165		

Acide vitriolique.	Acide réel.	Eau.	Accroissement de densité.	Pesanteur spécifique mathématique.	Pesanteur spécifique suivant l'expérience.	Attraction de l'acide & de l'eau.	Attraction de l'eau & de l'acide.
Grains.	*Grains.*	*Grains.*					
5400	— —	4787,95	0,069	1,094	1,163		
5500	— —	4887,95	0,068	1,092	1,160		
5600	— —	4987,95	0,067	1,091	1,158		
5700	— —	5087,95	0,067	1,089	1,156		
5800	— —	5187,95	0,067	1,087	1,154		
5900	— —	5287,95	0,065	1,086	1,151		
6000	— —	5387,95	0,064	1,084	1,148		
6100	612,05	5487,95	0,064	1,082	1,146		
6200	— —	5587,95	0,063	1,081	1,144		
6300	— —	5687,95	0,062	1,080	1,142		
6400	— —	5787,95	0,062	1,078	1,140		
6500	— —	5887,95	0,061	1,077	1,138		
6600	— —	5987,95	0,060	1,076	1,136		
6700	— —	6087,95	0,060	1,074	1,134		
6800	— —	6187,95	0,060	1,072	1,132		
6900	— —	6287,95	0,060	1,070	1,130		
7000	— —	6387,95	0,059	1,069	1,128		

On peut trouver les pesanteurs spécifiques intermédiaires, en prenant une moyenne arithmétique entre les pesanteurs spécifiques, suivant l'expérience ou de la 6e. colonne, entre lesquelles la pesanteur spécifique qu'on cherche doit se trouver; & marquant de combien elle diffère en plus ou en moins de cette moyenne arithmétique. Alors on prend de même une moyenne arithmétique entre les pesanteurs spécifiques mathématiques ou de la 5e. colonne, entre lesquelles celle demandée doit se placer, & la différence proportionnelle en plus ou en moins.

Mais en se servant de cette table pour estimer la quantité d'acide réel que contient un acide vitriolique plus ou moins étendu, il ne faut pas perdre de vue qu'elle n'est véritablement comparable qu'à la même température, parce qu'indépendamment du changement de volume que l'eau éprouve suivant les différens degrés de chaleur, il y a ici une dilatation d'autant plus sensible, que la liqueur est plus acide. M. Kirwan a essayé de déterminer, par l'expérience, la marche de cette dilatation pour les trois acides minéraux; cela lui a assez bien réussi pour les acides nitreux & muriatique, dont les dilatations se sont trouvées à-peu-près proportionnelles aux degrés de chaleur (*voyez* Acide Nitreux). Mais dans ses expériences avec l'acide vitriolique, ces dilatations ont été excessivement irrégulières; ce qu'il attribue à une substance blanche étrangère qui y étoit plus ou moins dissoute ou suspendue, suivant qu'il étoit plus ou moins affoibli, & qu'il ne jugea pas à propos de séparer pour prendre l'acide dans l'état où on l'emploie ordinairement.

D'après cela on peut espérer qu'avec un acide plus pur, on aura effectivement des dilatations moins irrégulières, & qui pourront servir de base à une table dressée pour rendre comparables les pesanteurs spécifiques de cet acide prises dans les différentes températures : en attendant, on peut se servir dans quelques occasions de ces remarques de M. Kirwan.

La dilatation de l'acide vitriolique est plus grande que celle de l'eau.

Cette dilatation est d'autant plus grande, que l'acide est plus fort.

En général, 15 degrés du thermomètre de Farenheit (6,6 de Réaumur) occasionnent une différence d'environ $\frac{8}{1000}$ dans la pesanteur spécifique de l'acide vitriolique lorsqu'elle excède 1,800, & de $\frac{5}{1000}$ quand sa densité se trouve entre 1,400 & 1,500.

Avant que de finir sur cet article, j'ajouterai quelques réflexions qui me paroissent mériter l'attention des physiciens qui, ne se bornant pas à consulter ces tables de la densité des acides, voudront approfondir l'examen de leur système.

On seroit tenté de croire que des trois acides minéraux, ce seroit l'acide vitriolique qui l'em-

porteroit de beaucoup sur les autres par la pesanteur spécifique dans son état naturel, cependant elle n'est que de 4,226, & nous verrons que celle de l'acide nitreux, déterminée par la même méthode, est de 5,530; celle du gas acide muriatique dans son état d'union avec l'eau a été trouvée de 3,106. M. Kirwan se fait, au sujet de ce dernier, l'objection que l'on peut douter que la densité de l'acide muriatique ne vienne pas uniquement de la densité du gas, mais en partie de l'attraction qu'il a avec l'eau, & il la résout, par la considération que la longueur du temps qu'exige l'absorption suppose que cette attraction est peu considérable; il est néanmoins certain qu'elle doit être assez puissante pour dégager la chaleur qui tenoit l'acide en état de gas, & cette séparation, lente, mais nécessaire, de la chaleur, est la cause déterminante de la diminution prodigieuse de son volume; elle est la cause unique de la densité de l'acide sous forme fluide aqueuse, si l'eau qui entre dans cette combinaison ne perd pas aussi de sa chaleur spécifique; dans le cas contraire elle n'en est plus que la cause partielle.

On peut demander, à plus forte raison, si l'eau qui est unie à l'acide vitriolique n'a pas aussi diminué de volume, & par conséquent augmenté de densité : MM. Lavoisier & de la Place ont observé que pendant le mêlange de 5266,28 grains d'acide vitriolique (dont la pesanteur spécifique étoit 1,87058.) avec 3949,71 grains d'eau, à la température de zéro, il y avoit eu production de chaleur capable de fondre 14 onces 2 gros 62 grains de glace; c'est-à-dire qu'une livre de ce mêlange développoit autant de chaleur que 14 onces 2 gros 62 grains d'eau qui auroit été chauffée à 60 degrés. (*acad. des sc. ann. 1780. pag. 377.*) Il est bien difficile de croire que c'est l'acide réel qui perd lui seul toute cette chaleur; car quoiqu'il entre de l'air vital dans sa composition, comme nous le dirons bientôt, & que cet air en recèle une très-grande quantité, il est évident qu'il a perdu ce qu'il devoit perdre à l'instant de la formation de l'acide, qui ne change plus par son union avec l'eau. D'ailleurs ces académiciens ont vu, de même que M. Crawford, que l'acide vitriolique avoit moins de chaleur spécifique ou de capacité de chaleur que l'eau, qu'il en avoit d'autant moins, qu'il étoit plus concentré. Il y a plus, en rapportant leurs observations à la table de M. Kirwan, on démontre facilement que l'eau unie à l'acide a perdu elle-même au moins une partie de sa capacité de chaleur; en effet, l'acide de M. Kirwan à 1,8846 de densité contient encore, suivant sa table, $\frac{187}{1000}$ d'eau; il y en avoit bien sûrement davantage dans l'acide des académiciens de Paris, qui n'étoit qu'à 1,87038; ainsi, même en supposant nulle la capacité de chaleur de l'acide réel, ce qui est impossible, la portion d'eau retenant la sienne sans diminution, devoit donner au moins 0,387 de chaleur spécifique, puisque celle de l'eau pure est 1; or celle du mêlange ne s'est trouvée par l'expérience que de 0,334.

Etant prouvé que l'eau qui s'unit à l'acide perd une partie de sa chaleur spécifique, on est en droit d'en conclure que son volume change par cette perte, & que ce changement produit, au moins en partie, l'accroissement de densité. Mais ce qu'il importe de remarquer, c'est que, dans cette hypothèse, la densité propre à l'acide réel, dans son état naturel, seroit encore au-dessous du terme auquel M. Kirwan l'a portée, & qui nous paroissoit déja si foible; car si l'eau combinée à l'acide déplace moins que son poids d'eau ordinaire, tout ce qui s'en manquera devra être ajouté au volume de l'acide réel. Ainsi, en admettant, par exemple, que le volume de l'eau ait diminué d'un 18e. dans cette combinaison, ce ne seroit plus 2,95 qu'il faudroit déduire des 3,79 grains d'eau que nous avons vu qui représentoient le volume de 6,5 grains d'acide, à 1,819 de pesanteur spécifique, mais $2,95 - \frac{2,95}{18} = 2,787$; la perte de poids de l'acide réel seroit alors de 1,003, & sa densité $\frac{3,55}{1,003} = 3,539$ au lieu de 4,226.

§. V. *Des parties constituantes de l'acide vitriolique.*

Dès que les Chymistes ont été en possession de ce premier acide minéral, ils ont dû naturellement s'appliquer à en rechercher l'origine, & à en découvrir les principes; mais ils n'étoient pas assez avancés dans l'observation, les esprits n'étoient pas encore désabusés de l'espérance de s'élever par la seule conception à la connoissance de la génération des êtres, & les idées vagues du possible arrangées avec une certaine adresse faisoient une impression presque égale à celle du vrai. On imagina une substance saline primitive, composée d'eau & de terre subtile, un soufre principe s'élevant du centre de la terre, ou engendré à sa surface par la chaleur du soleil & autres hypothèses qui méritent encore moins d'être rappellées, & on crut avoir résolu le problême par lequel la Chymie moderne est encore arrêtée.

Stahl vint & démontra que l'on pouvoit retirer du soufre d'un mêlange de vitriol & de charbon : avant lui *Blaise de Vigenère* avoit décrit la préparation de l'hépar de soufre; *Glauber* avoit vu le magistère de soufre, en fondant le vitriol de soude avec le charbon, & précipitant l'hépar par un acide; *Boyle* avoit obtenu du soufre en traitant l'acide vitriolique avec l'huile de thérébentine; mais ils n'avoient pas saisi tous les rapports de ces phénomènes, & l'explication que l'illustre Stahl en a donné, la théorie nouvelle qu'il a établie sur ces expériences & qui embrasse tout le systême de la Chymie, formeront toujours

une des époques les plus mémorables dans l'histoire de cette science, quel que soit le sort de sa doctrine, & nous laissent déja cette vérité à recueillir d'un consentement unanime, que ce n'est que par la connoissance de la nature même du soufre que nous pouvons arriver à celle de l'acide vitriolique.

Qu'est ce que le soufre? Si l'on eût fait cette question, il y a peu d'années, tous les Chymistes auroient répondu que c'est un composé d'acide vitriolique & de phlogistique, & que les belles expériences de Stahl ont mis cette vérité *dans le dernier degré d'évidence*; ce sont les termes de l'illustre Macquer, dans ses élémens; & quoiqu'il eût commencé à soupçonner que l'air augmentoit le poids de l'acide pendant la combustion du soufre, il écrivoit encore dans ses derniers ouvrages « que nos connoissances sur le » soufre étoient, par les travaux de Stahl, des » plus complettes & des plus satisfaisantes que » nous puissions avoir sur un composé naturel; » qu'il en résultoit que ce corps étoit une com- » binaison particulière du principe inflammable » le plus pur avec l'acide vitriolique (*Diction. édit. de 1778 au mot* SOUFRE.)

Aujourd'hui trois opinions principales semblent partager les Chymistes. *Les uns* se renferment encore étroitement dans le systême de Stahl, & considèrent en effet le soufre comme un composé de phlogistique & d'acide vitriolique tout formé; *les autres* pensent, avec M. Lavoisier, que le soufre n'est que la base acidifiable de l'acide vitriolique, qu'il entre tout entier dans cette composition, qu'il acquiert seulement de l'air vital, & que le phlogistique de Stahl n'est qu'un être imaginaire; *d'autres* enfin ne trouvent d'explication satisfaisante que celle qui suppose tout à-la-fois un principe combustible dans le soufre, un principe acidifiant dans l'acide, & qui réunit les puissances de leurs affinités pour opérer la conversion de l'un en l'autre.

Ceux qui ne jugent les choses que pour trouver dans leurs jugemens des motifs de ne rien approfondir, demanderont peut-être quelle confiance mérite une science qui est obligée de remettre en question ce qu'elle avoit érigé en principe; mais ceux qui ont fait quelques progrès dans cette branche de la philosophie naturelle se garderont bien de confondre ni la théorie de Sthal, ni les doutes du célèbre académicien de Paris, avec ces systêmes qui ne sont que le fruit de l'imagination, qu'on oublie à mesure qu'ils se succèdent, & qui disparoissent sans laisser aucunes traces; ils savent que ces opinions amenées par les faits ont conduit à des découvertes réelles, indépendantes de toute opinion. Je m'occupe ailleurs de leur examen dans l'ensemble de leurs conséquences & de leurs applications à tous les phénomènes Chymiques, *Voyez* AIR VITAL & PHLOGISTIQUE. Il ne sera donc ici question que de ce qui peut servir à déterminer la vraie nature du soufre & de son acide, mais l'intérêt de cette discussion n'en est pas moins tout entier dans chacune de ses applications: quelque part que se trouve la solution de ce grand problême, elle devient absolue & fondamentale.

I. Si on fait fondre dans un creuset couvert un mêlange de parties égales de soufre en poudre, & de potasse sèche, ou alkali fixe végétal, la masse fondue & coulée sur un marbre poli & graissé, ou sur une plaque de métal, est ce que l'on nomme *hépar* ou foie *de soufre*.

Que l'on pulvérise cet hépar avant qu'il ait attiré l'humidité de l'athmosphère, que l'on le mette sur un feu doux dans un vaisseau large & plat, que l'on augmente le feu par degrés, jusqu'à ce qu'il ne s'élève plus ni fumée ni vapeurs, ayant l'attention de remuer continuellement, on trouvera à la fin de l'opération qu'il ne reste plus ni soufre ni hépar, mais une matière saline qui, redissoute & crystallisée, est absolument du vitriol de potasse ou tartre vitriolé.

Cette expérience ne prouve au fond rien de plus que le procédé que j'ai donné précédemment pour retirer l'acide vitriolique du soufre, en le brûlant sous la cloche ou dans le fourneau à double courant; mais elle ne doit pas être séparée de l'expérience suivante, dont elle fait apprécier d'avance les moyens, & dont les résultats sont d'autant plus importans, qu'ils se présentent dans un ordre inverse.

Si on prend de l'acide vitriolique bien pur, & qu'en le saturant d'alkali fixe végétal, on en forme le vitriol de potasse; le mélange de deux parties de ce sel, de deux parties d'alkali fixe & d'une partie de poussière de charbon, donnera en peu de temps, dans un creuset couvert & exposé au feu, une masse fondue que l'on pourra couler sur une table de pierre ou dans un mortier de cuivre, qui sera rouge & cassante, qui exhalera une forte odeur désagréable; c'est le même *hépar de soufre* que celui de l'expérience précédente, il sera seulement chargé de couleur, & tirant au noir, à cause d'une portion de charbon que ce composé a la faculté de dissoudre. Cette masse jettée dans l'eau s'y fond aisément: que l'on filtre la liqueur, & qu'on y verse un acide quelconque, même le plus foible des acides végétaux, il s'empare sur-le-champ de l'alkali, il se dégage une forte odeur hépatique, & au même instant il se précipite une poudre blanchâtre que l'on a nommée *magistère de soufre*, c'est-à-dire, un vrai soufre produit par l'art, qui en a absolument toutes les propriétés, que l'on peut réduire en masse, crystalliser, ou sublimer en fleurs, tout de même que le soufre naturel.

Telles sont les deux grandes expériences de Stahl, dans lesquelles ses disciples voient distinctement, 1°. l'analyse du soufre, ou sa résolution en ses parties constituantes; savoir, l'acide vitriolique qui neutralise la potasse, & le phlogistique qui se

dissipe en vapeur pendant la calcination de l'hépar ; 2°. la production artificielle d'un soufre qui n'existoit pas, par l'union du phlogistique du charbon avec l'acide du vitriol de potasse ; 3°. la présence sensible du principe inflammable ou phlogistique, que l'acide prend au charbon, qu'il ne peut recevoir que de quelque substance congénère, qu'il perd dans la calcination de l'hépar, & dont l'absence le laisse dans un état de composition plus simple, avec des propriétés tout-à-fait différentes, & sur-tout privé de toute inflammabilité.

On ne seroit déja plus étonné que ce systême eût saisi les esprits quand il n'auroit pas eu d'autre fondement ; mais chaque jour les Stahliens en multiplioient les conséquences, & sembloient répandre la lumière par-tout où ils en faisoient l'application. Ils étoient parvenus à combiner en quelque sorte directement l'acide & le phlogistique ; en jettant un charbon ardent dans l'acide, en le distillant avec une goutte d'huile, avec quelque parcelle de métal, ou seulement dans une cornue fêlée, ils avoient produit un acide nouveau, qui manifestoit sensiblement par son odeur la présence d'un vrai soufre ; ils avoient recueilli ce soufre, même en état sec, en distillant cet acide avec les huiles essentielles (1), en l'employant, dans un certain degré de concentration, à la dissolution de l'étain & de quelques autres métaux (2) ; ils faisoient ainsi passer à volonté le phlogistique du charbon dans les métaux, celui des métaux dans l'acide, celui du soufre dans les métaux (3) ; ils voyoient détonner le nitre avec le soufre comme avec le charbon & les métaux ; en un mot, l'acide leur servoit habituellement de pierre de touche pour découvrir le phlogistique par la formation du soufre ; le phlogistique leur dévoiloit réciproquement la présence de l'acide par la même composition, & ces moyens d'analyse reproduisoient sans cesse sous leurs yeux la synthèse de Stahl. Nous allons voir cependant que cette théorie si imposante n'étoit pas à l'abri de toute objection, & qu'elle doit au moins être corrigée dans une de ses parties principales.

Sthal avoit cru pouvoir conclure de la comparaison des poids de l'hépar, avant & après sa calcination, que dans huit parties de soufre, il y en avoit sept d'acide & une de phlogistique. M. Brandt a trouvé par le même procédé, conduit avec plus d'attention, que la proportion du phlogistique à l'acide devoit être : : 3 : 50. M. Wenzel, toujours suivant la même méthode, la détermine dans le rapport de 1 à 15. Un moderne défenseur de la doctrine Stahlienne, le célèbre Kirwan, a bien compris que ces expériences étoient absolument infidelles, soit à cause de la dissipation d'une portion de phlogistique, & même d'acide qui se rendoit sensible par l'odeur, soit parce que le vitriol de potasse retenoit toujours un peu de soufre non décomposé, à moins que l'on n'y appliquât une très-forte chaleur ; il s'est flatté d'atteindre au même but par une voie plus directe, & en profitant habilement des principes qu'il avoit précédemment établis sur l'identité du gas inflammable & du phlogistique, & sur les parties constituantes de l'acide méphitique ou air fixe. Voici comment il a opéré.

Au sommet d'un récipient de verre tubulé, de la capacité d'environ 3000 pouces cubiques (*anglois*), il a fortement attaché une grande vessie pour recevoir pendant la combustion l'air qui s'échappe ordinairement sans cette précaution. Il a placé sous le récipient une chandelle de soufre du poids de 347 grains (*anglois*), & dont la mèche ne pesoit que $\frac{1}{2}$ grain ; la chandelle étoit portée par un fil d'archal fixé sur la tablette de la cuve pneumatique, & surmonté d'une plaque d'étain mince, pour empêcher le soufre de couler. Dès que le soufre commença à brûler, il le couvrit du récipient, après avoir fait sortir l'air de la vessie ; l'intérieur de la cloche fut bientôt rempli d'une fumée blanche qui empêchoit de voir la flamme. Au bout d'une heure, la fumée s'abaissa entièrement, & tout étoit froid ; l'eau s'étoit élevée dans le récipient à une hauteur correspondante à 87, 2 pouces cubiques, ce qui prouvoit, suivant M. Kirwan, qu'il s'étoit produit 87, 2 pouces cubiques d'acide méphitique ; & comme ce physicien avoit précédemment établi que 100 pouces cubiques d'acide méphitique contenoient 8,357 grains de phlogistique (*voyez acide méphitique*, §. *IV*), il trouva par une règle de proportion que les 87, 2 pouces cubes produits dans son opération s'étoient formés de la combinaison de 7,287 grains de phlogistique avec la portion d'air vital qui se trouvoit dans l'air commun renfermé sous le récipient.

Il pesa donc ce qui restoit de la chandelle de soufre, & s'étant assuré qu'elle n'avoit perdu que 20,75 grains de son poids, il conclut que 20,75 grains de soufre contenoient 7,287 grains de phlogistique, indépendamment de la portion de phlogistique qui étoit restée dans le gas acide vitriolique. Pour déterminer le poids de cette quantité, il supposa le poids total de ce gas $= 20,75 - 7,287$

(1) Boyle est le premier qui ait fait cette observation. M. le Gendre a obtenu du soufre en traitant l'acide avec le camphre. (*Journ. de méd. ann.* 1771, *part.* 2.)

(2) M. Baumé, *Chym. expérim.*, tome II, page 485 ; M. Monnet, *traité de la dissolution des métaux*, page 35 ; M. Léonhardi, *Worterbuch*, &c. tome I, page 638. Ces deux derniers ont obtenu du soufre sublimé pendant la dissolution du fer dans l'acide concentré.

(3) Comme dans les précipitations métalliques par l'hépar de soufre, &c. &c.

= 13,463 grains; & comme par des opérations fondées de même sur l'identité du gas inflammable & du phlogistique, il avoit trouvé que 100 grains de gas acide vitriolique en contenoient 8,48 de phlogistique (*voyez gas acide vitriolique*), il en tira facilement la conséquence que la quantité totale de phlogistique contenue dans 20,75 grains de soufre étoit 8,428 grains, & *que 100 grains de soufre contenoient 40,61 grains de phlogistique & 59,39 d'acide vitriolique.*

La mèche qui ne pesoit que ½ grain, n'ayant pas même été entièrement consumée, ne pouvoit avoir fourni une quantité de gas méphitique, capable d'induire en erreur; ainsi, dans les principes de l'auteur, cette approximation ne pouvoit varier que par l'instant où l'on poseroit le récipient sur le soufre allumé, & qui renfermeroit un air déja plus ou moins raréfié; & par ce procédé ingénieux, il se trouvoit avoir pesé le phlogistique du soufre; comme Stahl en avoit pesé l'acide.

Mais cette détermination, ainsi que toutes celles qui ont été faites à la manière de Stahl, porte sur la supposition que l'acide est tout formé dans le soufre, & qu'il ne s'y fixe point d'air; dans la supposition contraire, le vuide de 87 pouces cubes formé pendant l'opération, ne représente plus de l'acide méphitique absorbé par l'eau, mais du moins pour la très grande partie, l'*air vital* contenu d'abord dans l'air commun qui est devenu partie constituante de l'acide, qui, en entrant dans cette combinaison, a perdu tout-à-la-fois sa chaleur & son volume, & qui augmente sensiblement le poids du soufre consumé: or, ce n'est plus une simple hypothèse; c'est une vérité démontrée, comme on va le voir dans la section suivante.

II. Dès 1772, j'annonçai que l'analyse du soufre par la calcination de l'hépar, ne me paroissoit pas mériter toute la confiance qu'on lui avoit donnée; & je rapportai à cette occasion une expérience, dont j'étois, à la vérité, éloigné de prévoir toutes les conséquences, mais qui prouvoit déja que 22 grains de phosphore acquéroient par leur inflammation subite dans une cornue légèrement chauffée, une augmentation de poids de 15 grains (*Digressions acad. pag. 250, & suiv.*). Hales avoit dit long temps auparavant dans sa statique qu'il y avoit absorption d'air pendant la combustion du phosphore & du soufre, mais il n'avoit pas imaginé que la matière restante pût recevoir par-là une augmentation de poids, puisqu'il ajouta que 3 *grains de phosphore pesés aussi-tôt après la déflagration n'avoient pas perdu ½ grain* (exper. 54.)

M. *Lavoisier* porta plus loin ses vues, & ayant répété cette expérience avec tout le soin qu'elle méritoit, il vit que le phosphore ne s'enflammoit pas dans le vuide, même à une chaleur capable de le fondre; que 2 gros 10 grains de phosphore brulés sous une cloche laissoient, après la condensation des vapeurs, une liqueur acide, dont l'excès de poids, sur un pareil volume d'eau, étoit de 3 gros 27 grains; d'où il conclut « qu'il existoit au » moins dans cette liqueur 3 gros 27 grains d'a- » cide; que le phosphore avoit attiré pendant sa » combustion au moins 1 gros 17 grains d'une » substance quelconque; que cette substance ne » pouvoit être de l'eau, parce que de l'eau n'auroit » pas augmenté la pesanteur spécifique de l'eau (1); » que c'étoit donc ou l'air lui-même, ou un autre » fluide élastique quelconque, contenu dans une » certaine proportion dans l'air que nous respi- » rons » (*opusc. phys. & Chym. tom. 1, p. 349.*) Ce célèbre académicien a déterminé dans la suite avec bien plus de précision la quantité d'air vital nécessaire à la production de cet acide. *Voyez* ACIDE PHOSPHORIQUE.

Il n'en fallut pas d'avantage pour m'engager à poser en principes, dans nos premiers cours de Chymie, que les acides contenoient une certaine quantité d'air qui leur étoit essentiellement uni, qu'ils ne pouvoient perdre sans décomposition; qu'il étoit véritablement l'acide universel & l'élément acide, & que si l'on avoit cru jusqu'alors que l'air ne servoit à la combustion du soufre que comme un agent méchanique, il n'étoit plus possible de se contenter de cette raison. (*Elémens de Chym. de l'acad. de Dijon tom. II, pag. 3, 20, 22, &c.*)

Cette explication de la formation des acides par la combinaison de l'air vital, principe acidifiant ou oxigine, est présentement établie sur des expériences si nombreuses & si frappantes, la plupart dues aux travaux du célèbre académicien déja tant de fois cité, que je puis me dispenser de chercher à en fortifier les preuves en les réunissant; je ne m'occuperai donc ici que de celles qui ont particuliérement pour objet le soufre & son acide, & j'en userai de même par rapport aux acides *nitreux, phosphorique, saccharin, arsenical, &c.*

L'air vital, ou la partie respirable de l'air commun, *devient partie constituante de l'acide que laisse le soufre après sa combustion*: M. Lavoisier a trouvé que lorsqu'on allumoit, par le moyen d'un verre ardent, du soufre sous une cloche de verre plongée dans le mercure, il s'y éteignoit bien plus facilement que le phosphore, & refusoit d'y brûler, tandis que d'autres corps plus susceptibles d'être

(1) J'ai remarqué dans le paragraphe précédent, au sujet de la table de M. Kirwan, que l'eau perdant sa chaleur en entrant en combinaison avec les acides, contribuoit elle-même à l'accroissement de densité; ainsi, ce principe n'est pas rigoureusement vrai; mais cette observation ne touche qu'à la quotité & non à la réalité de l'augmentation de poids absolu du résidu du phosphore, indépendamment de l'eau qu'il a attirée.

entretenus dans le mouvement d'ignition auroient encore pu y brûler; ce qui ne lui a pas permis d'atteindre dans cette opération le même degré de précision que dans la combustion du phosphore: cependant il y a toujours eu dans le volume de l'air une diminution proportionnelle à la quantité de soufre consumée, & il s'est formé en même-temps un acide vitriolique très-concentré *qui pesoit le double ou le triple de la quantité de soufre employée pour le former.* (Mém. de l'acad. roy. des sciences, ann. 1777, p. 69.)

Une autre preuve du même fait résulte de l'observation de M. Lavoisier sur la vitriolisation des pyrites : ayant tenu des pyrites martiales dans un endroit modérément chaud, jusqu'au moment où elles commencèrent à donner des signes d'efflorence, il les enferma sous une cloche de verre plongée dans l'eau, la vitriolisation continua d'abord aussi rapidement qu'en plein air ; elle se rallentit ensuite & s'arrêta tout-à-fait au bout de 18 jours; l'ascension de l'eau dans la cloche en avoit marqué les progrès successifs, & leur terme fut celui où toute la portion d'air vital fut absorbée, où il ne restoit plus que de l'air nuisible, incapable de servir à la respiration & à la combustion. On sait que les pyrites tiennent du soufre, qu'il se convertit, pendant cette opération, en acide que l'on retrouve dans le vitriol de mars ; l'air absorbé étoit donc devenu partie constituante de cet acide. (*Mém. de l'acad. ann. 1777, p. 398.*) La même chose arrive lorsqu'on enferme dans un volume d'air déterminé un mélange de soufre & de limaille de fer légèrement humecté : M. Schéele s'est servi de ce procédé pour mesurer par l'absorption la quantité d'air pur contenu dans l'athmosphère. *Voyez* EUDIOMÈTRE.

Il est bien reconnu que l'acide nitreux est formé d'air vital & de gas nitreux, or, si l'on fait bouillir doucement de l'acide nitreux concentré sur du soufre, l'acide nitreux est décompesé, il ne passe que du gas nitreux, & on trouve de l'acide vitriolique (*Bergman tom. II, p. 307 & 356*) ; l'air vital est donc séparé de l'acide nitreux, & fixé dans l'acide vitriolique; c'est ici le même phénomène que dans la préparation de l'acide phosphorique par l'acide nitreux & le phosphore, c'est-à-dire, une vraie combustion sans apparence de flamme, parce que l'air vital avoit déja perdu un peu de sa chaleur en entrant dans la composition de l'acide nitreux, & que celle qui se dégage n'est alors que la différence de ce que l'acide nitreux en retient de plus que l'acide vitriolique, moins la portion qu'absorbe à son tour le gas nitreux, & qui est nécessaire pour le maintenir dans l'état élastique.

L'acide muriatique déphlogistiqué est surchargé d'air vital, & cet acide convertit le soufre en acide vitriolique, même sans le secours de la chaleur; c'est un fait que j'ai vérifié moi-même avec d'autant plus de soin, que le célèbre Schéele avoit annoncé qu'il n'y avoit point de décomposition. *Voyez* ACIDE RÉGALIN, §. II.

La chaux noire de manganèse tient une grande quantité d'air vital, on n'en peut plus douter, puisque c'est d'elle que le reçoit l'acide muriatique: M. Green a essayé en conséquence la conversion du soufre en acide par la distillation avec cette chaux de manganèse ; le produit n'a pas été assez abondant pour faire espérer quelqu'utilité de ce procédé dans les fabriques d'acide ; mais l'eau qu'il avoit mis dans le récipient avoit une odeur très-sulfureuse, elle étoit sensiblement acide, la manganèse avoit perdu de sa couleur, il s'y étoit formé un peu de vitriol de manganèse, & sa dissolution donna par l'addition de l'alkali une chaux blanche qui noircit de nouveau par la calcination (*Crell, Neuest. Entdeckung. part. IX, pag. 105*). L'air vital de la manganèse avoit donc servi à la formation de l'acide vitriolique.

A ces preuves synthétiques, j'en ajouterai une d'analyse que nous devons encore à M. Lavoisier. Il a mis dans une cornue de verre quatre onces de mercure & six onces d'acide vitriolique, & ayant engagé le bec de la cornue sous une jarre remplie de mercure, il a distillé à la manière ordinaire, & poussé le feu sur la fin jusqu'à siccité. Il a passé dans le commencement beaucoup de gas acide sulfureux, & à mesure que l'opération avançoit, ce gas étoit mêlé d'air commun & même d'air vital. Il remit pour lors dans une autre cornue deux onces du vitriol mercuriel qu'il venoit de former, il la plaça dans un creuset rempli de sable pour qu'elle pût soutenir un grand coup de feu, & poussa la distillation jusqu'à faire monter le mercure revivifié : il passa encore un peu de gas acide sulfureux, qui fut absorbé par l'eau de la cuve dans laquelle plongeoit le bec de la cornue, & ensuite, à mesure que le mercure se revivifioit, 87 pouces cubiques d'air vital qui soutint parfaitement l'épreuve de l'eudiomètre, & qui étoit seulement mêlé d'un peu de gas acide méphitique. Puisqu'on n'a employé dans cette opération que de l'acide vitriolique & du mercure, & que le dernier ressort comme il y est entré, il est évident que l'air vital ne peut être qu'un produit appartenant à l'acide vitriolique, & qu'ainsi (comme le dit M. Lavoisier) on retrouve par analyse dans l'acide vitriolique l'air vital ou éminemment respirable qu'il a absorbé pendant la combustion du soufre (*Mém. de l'acad. roy. des sc. ann. 1777, page, 327*). Nous verrons à l'article *acide vitriolique phlogistiqué*, que l'acide vitriolique se rapproche en effet de l'état de soufre.

Il ne restoit plus qu'à déterminer la quantité d'air vital qui entre dans la composition de l'acide vitriolique, c'est ce que M. Berthollet a entrepris, & il a opéré de deux manières pour que l'un des résultats servit à l'autre de vérification.

1°. Il avoit observé que lorsqu'on ne mêloit qu'une partie de soufre avec quatre parties de

nitre, il n'y avoit pas d'explosion, & qu'il se dégageoit tranquillement beaucoup de gas nitreux; qu'il se sublimoit un peu de soufre, & qu'après l'opération, on trouvoit dans la cornue du vitriol de potasse : il traita donc par ce procédé 4 gros de nitre & 1 gros de fleurs de soufre; il se sublima environ 12 grains de soufre, & il se trouva dans la cornue 228 grains de vitriol de potasse. Or, en supposant avec M. Bergman, que 4 gros de nitre tiennent 141 grains d'alkali, il suit que les 228 grains de vitriol de potasse tiennent à-peu-près 87 grains d'acide vitriolique, & qu'ainsi 60 grains de soufre ont produit 87 grains de cet acide. (*Mém. de l'acad. roy. des sc. ann.* 1782, *pag.* 602.)

2°. Il a distillé dans une grande cornue 4 gros de fleurs de soufre avec de l'acide nitreux concentré, & ayant arrêté le feu lorsqu'il restoit peu de liqueur, il a trouvé 2 gros 55 grains de soufre non décomposé : pour déterminer la quantité d'acide qui résultoit de la décomposition de 89 grains de soufre, il a versé, dans la liqueur, de la dissolution de muriate barotique, il a fait sécher sur un bain de sable le spat pesant qui s'est régénéré dans ce mélange, qui a pesé 948 grains, après cette dessication, & 28 grains de moins lorsqu'il eut été calciné : Or, comme, suivant les expériences de M. Bergman, 100 parties de spat pesant contiennent 84 de terre barotique, il conclut que les 948 grains de précipité contenoient à-peu-près 796 de base terreuse, 28 grains d'eau étrangère, & 124 grains d'acide vitriolique; de sorte que les 89 grains de soufre avoient été changés en 124 grains d'acide, ce qui ne diffère que de $\frac{1}{35}$ du résultat donné par la méthode précédente.

M. Berthollet a voulu encore déterminer les proportions d'air vital que tient l'acide vitriolique dans son état aqueux, c'est-à-dire au degré de concentration où il se trouve avant que d'être uni à quelque base. Il a versé pour cela, dans une dissolution nitreuse de plomb étendue de beaucoup d'eau, $\frac{1}{2}$ once d'acide vitriolique dont la pesanteur spécifique étoit 1,7881; le précipité, après une exacte dessication, a pesé 1 once 3 gros. M. Bergman ayant trouvé que 100 parties de plomb s'unissent à 43 parties d'acide vitriolique, on voit par le calcul que 1 once 3 gros de vitriol de plomb contiennent 238 grains d'acide vitriolique, & que 1000 grains, par exemple, d'acide vitriolique, dont la pesanteur spécifique est 1,788, tiennent environ 173,62 grains d'eau étrangère, 497,22 grains de principe fourni par le soufre & 229,16 grains d'air vital.

Les Chymistes savent bien que de toutes les parties de l'analyse, la plus difficile est de déterminer avec exactitude les proportions des ingrédiens des sels; il n'est donc pas besoin de les avertir que ces résultats ne doivent pas être pris à la lettre: cependant je dois remarquer à l'appui de la première conclusion de M. Berthollet, qu'en prenant pour base les expériences de M. Wenzel, au lieu de celles de M. Bergman, sur les proportions des parties constituantes du nitre, il ne se trouveroit que 0,0158 de différence en plus d'alkali. Les déterminations de MM. Bergman & Wenzel s'éloignent bien d'avantage de celles de M. Kirwan. mais celui-ci a considéré l'acide réel, & non l'acide simplement concentré, il a pris ses sels en état de dessication parfaite & privés d'eau de cristallisation; cela ne pouvoit manquer de produire, dans les résultats, une différence, qui est, comme il le dit, plutôt apparente que réelle.

Pour ce qui est de la dernière conclusion de M. Berthollet, sur la composition de l'acide dans l'état aqueux, elle ne s'accorde pas avec la table de M. Kirwan que j'ai donnée dans le paragraphe précédent; & il est évident que non-seulement, suivant le système de cette table, mais encore suivant l'expérience, l'estimation que donne M. Berthollet de la quantité d'eau est de beaucoup trop foible; car, pour former 1000 grains d'acide vitriolique à 1,788 de densité, il faudroit 851 grains d'acide à 1,884, & y ajouter effectivement 149 grains d'eau; d'où il suivroit, dans l'hypothèse de M. Berthollet, qu'il ne resteroit réellement que 24 ou 25 grains d'eau dans 851 grains d'acide à 1,884, ce qu'il n'est pas possible d'admettre. La différence vient donc de ce que cet académicien a établi son calcul sur le poids des sels qui retiennent toujours une certaine quantité d'eau, & sans déduire celle que la concentration ne peut enlever à l'acide, parce qu'elle lui est essentielle, aussi-bien dans l'état salin que dans l'état aqueux. Or, ceci prouve tout-à-la-fois que les premiers résultats tirés de la comparaison des poids des sels neutres entr'eux, sont aussi justes qu'on peut le desirer; que cette méthode ne peut servir à déterminer la quantité d'acide réel, abstraction faite de toute l'eau qu'il s'approprie, & que celle de M. Kirwan approche bien plus de la vérité.

Rectifiant donc, suivant cette méthode, la dernière opération de M. Berthollet, & prenant pour base le terme moyen de ses deux premières expériences, on trouve la composition de l'acide vitriolique aqueux comme il suit :

1000 grains d'acide vitriolique à 1,884 de pesanteur spécifique, *tiennent* 428,24 de principe fourni par le soufre,
183,81 d'air vital,
Et 387,95 d'eau.

1000,00

Par la même raison, 1000 grains d'acide vi-

triolique à 1,778 de pesanteur spécifique (la température supposée la même),

tiennent	364,43	de principe fourni par le soufre,
	156,42	d'air vital,
	330,15	d'eau que la concentration ne peut en séparer,
Et	149,00	d'eau ajoutée pour amener sa pesanteur spécifique, à 1,778.
	1000,00.	

Au reste, que ces déterminations, qui ne peuvent être rigoureusement exactes, soient plus ou moins approchées du vrai, il n'en est pas moins démontré par toutes les opérations d'analyse & de synthèse, que l'air vital augmente très-sensiblement le poids du soufre, qu'il fait partie constituante de l'acide vitriolique, & entre essentiellement dans sa composition, comme principe acidifiant ou oxygine. C'étoit là le point important, ou pour mieux dire fondamental, qu'il falloit acquérir.

Maintenant il est facile de suppléer ce qui manquoit à l'explication de la fameuse expérience de Stahl : la calcination de l'hépar de soufre est une vraie combustion lente, pendant laquelle l'air vital ou la portion respirable de l'air commun est devenue partie constituante de l'acide qui a produit le vitriol.

La décomposition spontanée de l'hépar de soufre en liqueur, dans les flacons dont les bouchons sont le plus exactement ajustés, pouvoit faire naitre un doute par la difficulté de comprendre comment l'air pouvoit y pénétrer, & même comment la fluidité sans chaleur pouvoit favoriser une espèce de combustion dans ces vaisseaux; pour déterminer les vraies conditions du fait, j'ai préparé exprès de l'hépar de soufre avec la potasse par la voie sèche, & de l'hépar calcaire par la voie humide; j'ai dissous le premier dans l'eau distillée, & les deux liqueurs filtrées ont été mises sur-le-champ dans de petits ballons de verre qu'elles remplissoient à 8 ou 9 lignes près de l'extrémité du col, & dont le bout a été tiré à la lampe d'émailleur: ces deux ballons ont été placés à l'ombre. Deux autres ballons, aussi scellés hermétiquement & remplis de même de liqueurs pareilles, ont été exposés à la lumière, pour observer en même-temps si elle n'avoit pas quelque part à l'effet; enfin, deux autres ballons semblables ont été placés en même-temps au jour, mais hors la portée du soleil. Au bout de huit mois, aucun d'eux n'avoit souffert la plus légère altération, les liqueurs étoient tout aussi colorées & sans le moindre dépôt. Ainsi, tout concourt à établir que, sans l'accession de l'air, il ne peut se former un atôme d'acide vitriolique.

Afin de rendre les preuves de cette vérité indépendante de tout ce qui peut présenter encore quelque incertitude, je n'ai employé jusqu'ici aucune expression qui ne convint également aux deux systêmes que j'ai annoncés sur la nature de la base acidifiable de l'acide vitriolique; je passe à l'examen de cette question.

III. Suivant M. Lavoisier & les célèbres Chymistes qui ont embrassé son opinion, il n'y a point de phlogistique dans le soufre, il devient acide par composition, & il y existe tout entier: ceux, au contraire, qui restent attachés à la doctrine de Stahl, & qui sont encore en grand nombre, regardent le soufre comme un composé qui ne devient acide qu'en perdant une de ses parties constituantes, c'est-à-dire, le phlogistique, & recevant dans la même opération l'air vital principe acidifiant. Cette seconde condition me paroit désormais inséparable après les preuves que j'en ai rassemblées.

La facilité avec laquelle l'une & l'autre de ces hypothèses paroissent se prêter à l'explication de la plupart des phénomènes, suffit pour faire pressentir toute la difficulté de la question, & en même-temps combien sa résolution devient importante aux progrès de la théorie chymique. Quand on met en contact de l'acide vitriolique avec du charbon, de l'huile, un métal, ou seulement qu'on l'expose à une forte chaleur, & qu'il contracte par-là une odeur sensiblement sulfureuse, il semble que l'on peut dire avec une égale probabilité que l'air acidifiant est repris par le charbon, par les chaux métalliques, qu'il est chassé par la chaleur, & qu'une partie de l'acide se retrouve en état de soufre par cette privation; ou bien qu'il y a dans chacune de ces opérations deux effets simultanés, privation d'air vital & restitution de phlogistique. Cependant, si l'on veut assurer son jugement par la manière de raisonner, on est obligé de convenir d'abord qu'une circonstance qui accompagne un phénomène n'en est pas toujours nécessairement la cause immédiate, ni encore moins la cause unique; que ce n'est pas assez d'avoir démontré qu'un principe existe dans un composé pour en conclure que sa présence ou son absence décide seule ses différentes manières d'être; qu'il n'y a en cette matière d'explication satisfaisante que celle qui relie tous les faits analogues, & correspondans à la même cause; qui, en même-temps, fait reconnoitre le principe par ses propriétés, & fait concevoir comment il agit par la seule puissance de ses affinités simples; en un mot, qu'un seul fait qui force d'admettre un autre agent quelconque, rend négatives & incomplettes toutes les preuves résultantes des explications dans lesquelles on peut s'en passer. Or, quelques réflexions dirigées dans ces vues me paroissent suffire pour décider le choix & faire adopter l'hypothèse des

deux principes, du moins jusqu'à ce que l'on ait acquis de nouvelles lumières.

La combustion du soufre, en tant que combustion qui s'opère par l'air vital, & qui produit de la chaleur, est bien certainement le même phénomène que celle du phosphore, du charbon, du zinc, &c. Il y a donc dans tous ces corps un principe identique, indépendant de la production d'un acide, d'une cendre ou d'une chaux métallique; c'est celui que nous nommons combustible ou phlogistique.

Si l'existence du phlogistique n'étoit encore fondée que sur ce raisonnement, je sens bien que l'on pourroit dire que ce que nous érigeons en principe matériel existant dans tous ces corps, n'est peut-être que la faculté commune à tous ces corps, comme tels, de décomposer l'air vital sans souffrir eux-mêmes aucune décomposition, & de fixer sa matière propre en mettant en liberté sa chaleur: mais une foule d'objections se présente contre cette hypothèse; je n'en rappellerai que quelques-unes des plus importantes, ou qui ont un trait plus direct à notre acide.

1°. Il est certain que l'air vital n'agit pas directement sur le soufre, qu'il ne le convertit en acide qu'à la faveur de la chaleur d'incandescence; & la preuve que cette chaleur n'est pas une simple condition d'une plus grande fluidité, & qu'elle détermine un concours de forces divellentes, en augmentant la volatilité du phlogistique, & diminuant son adhérence à la partie fixe du soufre, c'est que la même conversion en acide s'opère sans chaleur, quand il y a à portée une autre substance qui exerce une force quelconque sur le phlogistique: telle est la décomposition du soufre par la manganèse & l'acide muriatique déphlogistiqué.

2°. Si les soufres entroient tout entiers dans la composition de leurs acides, il en seroit de même pour le soufre phosphorique que pour le soufre vitriolique; cependant l'acide phosphorique exposé à l'action d'un feu violent, dans un creuset de platine qui ne peut lui fournir aucune base, laisse une matière vitreuse qui n'est ni acide, ni soufre combustible, qui peut redevenir acide avec l'air vital & phosphore avec le charbon; il lui manquoit donc en cet état le principe que lui restitue le charbon. Il ne manque à la base du soufre qu'un peu plus de fixité pour présenter le même phénomène.

3°. En admettant que le soufre s'unit sans décomposition à l'air vital, il est impossible de rendre raison de la détonnation du nitre avec le soufre; car, puisqu'il est connu que le nitre ne détonne pas seul, en quelque quantité que l'on porte le soufre dans le mélange, il ne décomposera le nitre que pour s'approprier son air vital, & en proportion de ce qu'il pourra s'en approprier: c'est la loi de toute affinité simple, de ne dégager d'un composé que ce qu'elle peut aussi-tôt enchaîner dans un autre, parce qu'alors il n'y a véritablement d'action que par la tendance à cette nouvelle combinaison; il devroit donc se former paisiblement de l'acide vitriolique, mais ce n'est point ce qui arrive; l'explosion démontre qu'il y a dégagement subit d'une quantité considérable de fluide aériforme, il faut bien qu'il y ait dans le soufre un autre principe qui le décide.

4°. Le soufre peut être mis en état de gas; & si, dans les eaux qui en sont imprégnées naturellement ou artificiellement, & que nous nommons sulfureuses, on verse de l'acide nitreux ou de l'acide muriatique déphlogistiqué, ou de l'acide arsénical, on décide sur-le-champ la précipitation du soufre: voilà un effet, & qui très-certainement ne peut être attribué à l'affinité du soufre avec l'air vital existant dans ces acides, puisqu'au-lieu d'une précipitation, ce seroit une conversion en acide qu'il produiroit; il agit donc sur quelque autre principe qui est partie constituante du gas hépatique. On ne connoit encore aucun phénomène qui puisse faire soupçonner que ce soit sur la matière pure de la chaleur, & mille phénomènes anologues nous indiquent l'être combustible par essence ou phlogistique, qui, dans les doubles affinités, est toujours le sujet de la première action de l'air vital.

5°. L'acide vitriolique devient sulfureux quand on le traite à la distillation avec les métaux; l'étain, le fer, le zinc, &c. convertissent au creuset le vitriol de potasse en hépar; on peut dire avec quelque vraisemblance qu'ils ne font qu'enlever à l'acide une portion d'air vital: mais M. Priestley a fait du soufre en portant le foyer de la lentille sur de l'acide vitriolique mis en contact avec du gas inflammable; il a fait de l'hépar de soufre lorsqu'il a placé dans le même appareil du vitriol de potasse (*Transact. philos. 1785, page 41*). Voilà pour le coup une matière phlogistique sensible, un être distinct de la terre métallique, de l'air vital & du soufre, & qui devient partie constituante d'un composé nouveau; le produit de cette composition est du soufre régénéré; le principe gaseux qui le régénère est précisément le même que celui que les métaux laissent aller en passant à l'état de chaux: il est bien difficile de concevoir qu'il ne contribue pas matériellement à cette reproduction, & même qu'il n'y serve pas, tandis qu'il est uni au métal, absolument comme quand il en est séparé.

6°. Enfin, s'il étoit vrai que le soufre entrât tout entier dans la composition de l'acide, il suffiroit de mettre en contact l'acide & le soufre pour produire sur-le-champ, même à froid, l'acide sulfureux volatil, ou ce que les Stahliens appellent acide vitriolique phlogistiqué, parce que cet acide ne seroit plus qu'un composé dans lequel le soufre se trouveroit par excès; & la possibilité de

cette combinaison avec excès une fois admise, ou, pour mieux dire, démontrée par le fait, ce moyen de l'opérer devroit être le plus direct & rendre l'effet plus intense, & même plus prompt que le contact d'aucune autre substance qui ne pourroit agir qu'en s'appropriant une portion de l'air vital, partie constituante de l'acide inodore, & changeant ainsi les proportions de sa composition; or, il s'en faut beaucoup que les choses se passent ainsi. J'ai fait bouillir plusieurs fois de l'acide vitriolique sur du soufre; il ne commençoit à agir sur lui que lorsqu'il étoit assez concentré, pour prendre une chaleur capable de favoriser sa dissolution; je m'exprimerois peut-être d'une manière plus juste en disant sa fusion; dans le temps même de l'ébullition, on ne sentoit guères que l'odeur très-légèrement sulfureuse qu'auroit donné l'acide seul, exposé de même à cette chaleur dans le même vaisseau, c'est-à-dire, bien différente de celle qu'auroit occasionné la projection de quelques grains de matière huileuse ou métallique. Après le refroidissement, l'acide s'est trouvé aussi blanc, aussi fixe qu'auparavant, & le soufre en masse crystalline d'un jaune citrin, demi-transparent, précisément comme s'il eût été fondu sans contact de l'air. J'ai mis dans une cornue de verre 5 onces d'acide vitriolique très-pur & très-blanc, à 1,840 de pesanteur spécifique, & seulement 2 gros de fleurs de soufre; j'ai poussé la distillation à feu nu jusqu'à faire passer dans le récipient les trois quarts de l'acide; il n'y a point eu d'odeur sulfureuse pendant cette distillation, lors même que je débouchois le trou du ballon; le soufre étoit crystallisé au fond de la cornue, la liqueur du ballon n'avoit qu'une foible odeur sulfureuse, & il s'y trouvoit une quantité assez considérable d'acide qui paroissoit glacial, quoique les vaisseaux ne fussent pas encore entièrement refroidis. Je découvris bientôt que la matière concrète n'étoit autre chose qu'un sel dont la substance même de la cornue avoit fourni la base à l'acide, puisqu'elle étoit convertie en un émail blanc dans toute sa surface intérieure. Mais, malgré cet accident, il n'étoit pas moins prouvé que le soufre n'avoit pu s'unir par excès à l'acide. On verra dans l'article suivant que la même expérience a été faite dans d'autres vues par M. Dollfusz; il a tenu en digestion pendant douze heures de l'acide vitriolique sur le vingtième de son poids de soufre, il a fait passer à la distillation la moitié de l'acide, & il assure qu'après cette opération le soufre étoit seulement fondu en une seule masse, sans perte de poids, & que pendant la saturation de cet acide avec un alkali, il n'y eut pas la moindre trace d'odeur hépatique (*Crell, annalen, &c. 1785, part. 5, page 443*) Enfin, le célèbre Priestley a enfermé dans des tubes de verre scellés hermétiquement de l'eau imprégnée du gas acide vitriolique; les ayant exposés à la chaleur du bain de sable, il observa une précipitation de soufre qui ne fut plus redissous, & lorsqu'il ramollit ces tubes au feu du chalumeau, le verre fortement poussé en dedans annonça qu'une portion de l'air renfermé avoit été absorbée. (*continuation des observations sur l'air, &c. part. 1, sect. 14.*)

Tous ces faits me paroissent démontrer que ce n'est pas le soufre seul qui rend l'acide sulfureux, qu'il faut un autre principe qui leur serve d'intermède d'union, que c'est sur lui que l'air vital porte sa première action, & que si la quantité d'air vital n'est pas suffisante pour acidifier le soufre, après lui avoir enlevé l'excès de phlogistique qui le rendoit soluble, elle le précipite en nature au lieu de le décomposer. J'avoue que je n'apperçois pas ce que l'on pourroit mettre à la place de cette explication de la dernière expérience de M. Priestley, puisque, dans le systême contraire, l'air absorbé auroit dû saturer une plus grande partie de soufre, la porter à l'état d'acide complet, & favoriser par-là la dissolution de ce qui en pouvoit rester, au-lieu de la faire cesser.

Je ne m'étendrai pas davantage ici sur les preuves de l'existence du phlogistique dans le soufre. Le lecteur saura bien les rapprocher de celles que j'ai fournies ailleurs de la nécessité d'un principe combustible, de son identité avec le gas inflammable, & il les trouvera fortifiées à chaque pas par les phénomènes analogues que j'aurai à recueillir dans l'examen de la composition des autres acides. *Voyez* Air vital, Eau, Phlogistique, &c. *& sur-tout les articles des* Acides nitreux, saccharin & régalin, &c. &c.

Ainsi, ce n'est pas le soufre qui entre dans la composition de l'acide, c'est seulement un des principes du soufre, une substance propre, de son genre qui, *par son union avec le phlogistique*, peut être mise dans un état fort approchant d'un métal, s'alliant en effet aux métaux en leur laissant le brillant métallique, & ne diminuant leur ductilité que comme la diminueroit un demi-métal; qui, *par son union avec l'air vital*, constitue l'acide, & qui est par conséquent la vraie base acidifiable vitriolique; qui ne se refuse en un mot à notre examen dans son état de simplicité que parce qu'elle ne peut être séparée de l'un de ces principes que pour se recombiner sur-le-champ avec l'autre.

Je ne dois pas dissimuler que, même en reconnoissant l'existence du phlogistique, un des plus célèbres Chymistes explique différemment la manière dont se forment les acides. Suivant M. Schéele, ce n'est pas l'air vital tout entier qui s'unit aux bases acidifiables, c'est seulement l'eau, partie constituante de cet air, qui, devenant libre tandis que son *principe salin* se combine avec le phlogistique du soufre, du phosphore, des métaux, pour produire la chaleur, augmente le poids des acides & des chaux métalliques; & réciproquement cette eau concourt à régénérer l'air vital, quand les

terres acidifiables & métalliques sont reportées à l'état de soufres ou de métaux par leur saturation avec le phlogistique (*Crell, chemische annalen, 1785, part. 3*). Cette explication est une conséquence du système de l'auteur, qui n'admet point de feu élémentaire, & qui regarde la chaleur comme le produit de la combinaison du phlogistique avec le principe salin universel existant dans l'*air vital*. On trouvera sous ce mot l'exposition de cette nouvelle hypothèse, & l'examen de l'application ingénieuse que l'auteur en fait à tous les phénomènes correspondans. Je ne me permettrai ici qu'une seule observation, c'est que si les bases acidifiables avoient avec l'eau l'attraction qu'il leur suppose quand elles sont privées de phlogistique, on devroit sur-le-champ régénérer l'acide phosphorique en jettant dans l'eau la substance vitreuse qui n'est plus ni phosphore, ni acide phosphorique; & c'est ce qui n'arrive pas, quelque temps que l'on les tiennent enfermés dans un flacon à l'abri du contact de l'air. On voit au surplus que cette théorie ne diffère de celle que nous adoptons que par la nature du principe qui entre dans la composition de l'acide, qui en augmente sensiblement le poids, & qui est toujours fourni par l'air vital.

M. Weber croit avoir décomposé l'acide vitriolique, l'avoir résous en son élément aériforme, parce que l'ayant saturé d'alkali volatil, ayant distillé le sel qui en provenoit, & répété jusqu'à cinq fois cette opération, la quantité a toujours diminué considérablement, malgré toutes les précautions qu'il apportoit pour prévenir les pertes. (*Physikalisch chemisches magazin, &c. part. 2, art. 28.*) Il est assez probable que la principale cause de la diminution étoit la dissipation d'un gas acide vitriolique, pendant les saturations de l'alkali, la dessication du vitriol ammoniacal, peut-être aussi à travers les luts des vaisseaux de distillation; cependant son expérience présente des circonstances qui me paroissent mériter toute l'attention des Chymistes: à chaque distillation, l'acide resté dans la cornue prenoit, en refroidissant, une consistance solide; il ne se sublimoit que très-peu de vitriol ammoniacal non décomposé, & il passoit dans le récipient, après les vapeurs aqueuses, de l'alkali volatil, qui, quoique toujours fluide, faisoit une vive effervescence avec les acides. Le phlogistique de l'alkali volatil auroit-il fait passer successivement une portion de l'acide vitriolique à l'état d'acide vitriolique phlogistiqué? L'air vital séparé de cette manière de l'acide vitriolique a-t-il servi à la production de l'acide méphitique? On ne peut proposer que des doutes jusqu'à ce que ces phénomènes aient été de nouveau examinés. Il ne sera pas inutile de rappeller à cette occasion que Pott avoit déja observé, dans sa dissertation sur le sel de succin, que lorsqu'on distilloit un sel récemment préparé avec la potasse & l'acide sulfureux volatil, l'acide s'élevoit dans le récipient & laissoi dans la cornue l'alkali effervescent.

§. VI. *Des propriétés & des affinités de l'acide vitriolique.*

I. L'acide vitriolique pur est sans couleur, sans odeur, transparent comme de l'eau, & d'une consistance qui approche de celle de l'huile. On a vu que sa pesanteur spécifique étoit très-près du double de celle de l'eau distillée, quand il étoit porté au dernier degré de concentration.

Il altère très-fortement en rouge toutes les couleurs bleues végétales, même le papier à sucre; il n'y a jusqu'à présent que l'indigo qui résiste à son action. Il rétablit à plus forte raison les couleurs qui ont été altérées par les alkalis.

Il est beaucoup moins volatil que l'eau, mais on peut le faire passer en entier à la distillation, même sans le porter à l'état d'acide phlogistiqué. Suivant M. Bergman, il exige trois fois plus de chaleur que l'eau pure pour passer à l'ébullition. Suivant Erxleben, il faut lui appliquer une chaleur de 546 degrés à l'échelle de Fahrenheit, ce qui revient à 228,44 de Réaumur.

II. On sait présentement que les différens corps ont une *chaleur spécifique*, ou une capacité de chaleur qui leur est propre. Suivant la table de M. Crawford, celle de l'acide vitriolique pur, à 1,885 de pesanteur spécifique, est à celle de l'eau:: 0,758 : 1; celle de l'acide vitriolique de couleur brune, de 1,872 de densité, n'est que de 0,429; celle du soufre n'est portée dans la même table qu'à 0,183.

Cette chaleur spécifique a été trouvée par MM. Lavoisier & de la Place, pour l'acide vitriolique pur (à 1,87058 de densité), dans le rapport avec celle de l'eau : : 0,334 : 1; pour le même acide affoibli de $\frac{1}{7}$ d'eau, à 0,603, & pour le même acide affoibli de $\frac{5}{7}$ d'eau à 0,663.

Ces académiciens ayant déterminé par les mêmes expériences à 0,661 la chaleur spécifique d'un acide nitreux (dont la densité étoit 1,29895), & la table de M. Crawford donnant pour la chaleur spécifique de l'acide nitreux pâle, 0,844; pour celle de l'acide nitreux fumant (à 1,355 de densité) 0,576; pour celle de l'acide muriatique fumant (à 1,122 de densité) 0,680; il est aisé de juger que la chaleur spécifique de l'acide vitriolique réel est plus grande que celle des deux autres acides minéraux; car, quoique les nombres qui expriment les rapports de cette capacité de chaleur pour des quantités égales en poids, soient en raison inverse de cette proposition, il ne faut pas perdre de vue que l'eau qui est ici le *maximum* des termes de comparaison existe en bien plus grande quantité dans une livre d'acide nitreux le plus concentré, que dans une livre d'acide vitriolique dont la densité est 1,885. Il résulte des

qui résistent davantage au froid, soit ceux qui se congèlent plus facilement, reçoivent cette propriété, sinon de quelque substance fixe étrangère qu'ils devroient laisser après leur distillation, du moins de quelque différence dans les proportions de leurs parties constituantes, ou peut être de quelque principe qui échappe à nos recherches par sa volatilité; & j'avoue que comme il n'y a pas d'effet sans cause, il est permis de suspendre son jugement jusqu'à ce qu'on ait découvert à quoi tiennent ces différences. Cependant je hasarderai encore ici une conjecture à laquelle mes observations de 1782 m'avoient déja conduit; c'est que ces différences ne viennent peut-être que de la disposition qu'un acide qui a été une fois congelé à un degré de froid violent, acquiert à se congeler de nouveau à un degré de froid fort inférieur. Si c'est encore une sorte de décomposition, dans la rigueur du terme, que cette abstraction d'une portion de matière de la chaleur à un fluide qui ne le reprend que difficilement, elle n'intéresse que bien foiblement les autres propriétés de notre acide, & c'est bien sûrement la seule décomposition que puisse avoir subi l'acide que j'employois lorsqu'il se regela, le thermomètre étant à zéro; lorsqu'il persista en l'état de glace, la température étant à 5 + 0. Dans cette expérience, ainsi que dans toutes celles qui me sont propres, je n'ai pu confondre la congellation par le froid avec l'état glacial de l'acide de Nordhausen, puisque je n'ai employé que des acides retirés du soufre, puisqu'en aucun temps les glaçons n'ont été ni fumans, ni même odorans. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE FUMANT.

IV. L'acide vitriolique attire l'*eau* si puissamment, que quand il est très-concentré, il se fait à l'instant du contact un bouillonnement accompagné de vapeurs considérables, & d'un bruit pareil à celui d'un fer rouge ou d'un charbon ardent qu'on éteint dans l'eau. Il se dégage en même-temps beaucoup de chaleur. MM. Lavoisier & de la Place ont observé que, pendant le mélange de deux livres d'acide vitriolique à 1,87058 de pesanteur spécifique avec 1 $\frac{1}{2}$ livre d'eau, l'un & l'autre étant à zéro, la chaleur résultant de la combinaison fondoit trois livres 2 onces 2 gros de glace, c'est-à-dire que ces trois livres $\frac{1}{2}$ de mélange fondoient autant de glace que deux livres 5 onces 7 gros 43 grains d'eau bouillante, ou, ce qui revient au même, qu'elles développoient autant de chaleur que si elles eussent été chauffées à 53,3 degrés au-dessus de zéro.

Les Chymistes attribuoient anciennement cette chaleur, ou à la collision des parties, ou même aux parties de feu contenues dans l'acide; j'ai fait voir précédemment que l'eau perdoit elle-même dans cette combinaison une partie de sa chaleur spécifique, de sorte qu'il est très-probable qu'elle contribue plus que l'acide à produire cette quantité de chaleur qui se manifeste dès qu'elle est rendue libre.

L'acide vitriolique concentré exposé à l'air en attire promptement l'humidité, & il n'est pas douteux qu'à mesure qu'il en reçoit, il ne se dégage la même quantité de chaleur que si l'on y versoit à-la-fois autant d'eau, puisqu'il y a même augmentation de poids absolu, & même accroissement de densité. M. Achard ayant dirigé le vent d'un soufflet sur la boule d'un thermomètre trempé dans l'acide vitriolique concentré, a vu ce thermomètre s'élever de 14 degrés (*Schriften*, *&c. pag.* 293). Il est évident qu'il n'a fait que rendre instantané l'effet que sans cela l'air eût également produit, mais dans un temps beaucoup plus long.

M. Schéele s'est servi habilement de cette propriété pour dessécher une masse d'air dont l'humidité auroit pu l'induire en erreur dans quelques expériences, & il a observé que la dessication étoit telle, que des caractères tracés sur une bande de papier, avec l'encre de Cobalt, y prenoient la couleur verte.

On trouve dans les transactions philosophiques de 1684, le journal des observations de M. Gould, sur l'augmentation de poids de l'acide vitriolique concentré exposé à l'air; il en résulte, 1°. que la force avec laquelle l'acide attire l'humidité va toujours en décroissant; 180 grains d'acide en ont pris 68 le premier jour, 58 le second, 39 le troisième, 23 le quatrième, 18 le cinquième, sur la fin 5, 4, 3, 4, 3, &c.; le vingt-cinquième jour, l'augmentation étoit à peine d'un demi-grain.

2°. Que ces augmentations varient suivant la constitution de l'air plus ou moins humide; il a paru qu'elles étoient plus grandes par le froid que par le chaud, & quand le vent tournoit au sud ou à l'ouest, que quand il tiroit au nord ou à l'est; en 12 heures du sixième jour l'acide prit 10 grains & demi; dans les 12 heures suivantes, il n'en prit que 5; le lendemain il en prit 9 dans le même intervalle de 12 heures.

3°. Que toutes choses égales, l'augmentation paroit être proportionnelle à la surface de l'acide qui est mise en contact avec l'air.

Par ce que dit M. Gould, que dans les deux mois d'hiver que durèrent ses expériences, l'acide n'avoit acquis que 3,166 fois son poids, ou 390 grains, & qu'alors l'augmentation parut s'arrêter, on peut conjecturer que son acide n'étoit pas aussi concentré qu'il le croyoit. Neuman dit avoir exposé à l'air, pendant un mois seulement, en septembre 1736, dans un vaisseau qui n'étoit pas trop évasé, 480 grains d'acide vitriolique, & qu'après cela il se trouva avoir acquis 6,25 fois son poids ou 2,920 grains, sans qu'il pût en séparer par la précipitation qu'une très-petite quantité de poussière. M. Beaumé ayant laissé à l'air, dans une capsule de verre plate, évasée, 144 grains d'acide

degré de froid naturel ; & les vaisseaux ayant été laissés la nuit sur une fenêtre, on trouva le lendemain matin une masse de glace assez considérable, mais toujours à la partie supérieure & sur les parois du verre qui étoit conique ; il n'y avoit rien de gelé dans le fond. (*Mém. de l'acad. de Dijon, premier sémestre, 1782.*)

Je séparai la glace de la liqueur pour observer les progrès du dégel, & cependant j'employai une portion de l'une & de l'autre pour des essais dont voici les résultats.

Une goutte de la liqueur n'a paru agir ni sur le fer, ni même sur la pierre calcaire, sans doute à raison de sa concentration, & d'une trop grande privation de chaleur.

Une goutte mise sur un morceau de peau blanche ne l'a pas noirci tout de suite, mais seulement après quatre jours.

Un glaçon n'a noirci non plus ni la peau, ni le bois.

Mais un glaçon placé sur la cendre chaude s'est fondu & a noirci sur-le-champ le sapin.

La masse de glace fut laissée en vaisseau non bouché, dans un appartement où le thermomètre ne descendit pas au-dessous de 2 degrés —o ; elle s'y fondit, mais si lentement, que trois jours après elle n'étoit pas encore entiérement réduite en liqueur.

A mesure que la glace se fondoit, je décantois la liqueur, & je la plaçois dans un verre à côté ; je ne fus pas peu étonné lorsque je vis qu'il se reformoit de la glace très-solide au fond de ce vaisseau. Le cinquième jour, le thermomètre placé à côté marquant zéro, une bonne moitié de la liqueur décantée se trouva convertie en une masse de glace très-dure qui occupoit le fond du verre, & sous laquelle néanmoins il restoit un peu de liqueur.

Une portion de cette glace concassée & renfermée dans un petit flacon, ne commença à dégeler qu'au bout de cinq jours, le thermomètre étant à 5 degrés + o.

La portion de glace laissée à l'air étoit à peine diminuée de moitié le second jour, le thermomètre étant à $2\frac{1}{2}$ + o ; elle ne disparut entiérement que le troisième jour, le mercure étant à 4 degrés+o, dans le thermomètre de l'appartement.

Les différences que l'on remarque, en rapprochant ces expériences de celles de M. le duc d'Ayen, ne peuvent être attribuées qu'à la plus grande concentration de l'acide que j'ai employé : la liqueur provenant de la portion de glace renfermée dans le flacon, qui étoit restée à l'air près de cinq jours, qui y avoit subi un premier dégel, avoit encore une pesanteur spécifique de 1,743.

J'ai eu occasion de revoir ce phénomène beaucoup plus en grand lors de mes expériences aérostatiques : de trois bouteilles d'acide vitriolique, chacune de 120 à 140 livres, qui me furent remises par un négociant de cette ville, qui les tenoit depuis plusieurs années en dépôt sous un hangard, & qui venoient bien sûrement de la même fabrique, une seule se trouva contenir plus de moitié de gros crystaux prismatiques que l'on prit d'abord pour du vitriol de soude ou sel de Glauber, & qui, abandonnés à l'air, furent bientôt reconnus pour de l'acide vitriolique pur en état concret : la température étoit alors à 6 degrés + o ; & ce qui est sur-tout remarquable, c'est qu'une partie de cet acide dégelé ayant été renfermée dans un grand flacon, & portée dans une des salles de laboratoire de l'académie, on trouva, quinze jours après, environ les deux tiers congelés au fond en une seule masse.

M. Goettling ayant manqué une opération avec de l'acide vitriolique de Nordhausen, qu'il se rappelloit avoir vu congelé, quoiqu'il ne fît pas un grand froid, soupçonna qu'il n'étoit pas absolument pur ; il le mit pendant tout l'été dans une cave, & l'ayant regardé au commencement de décembre, il le trouva gelé, quoique la température de cette cave fût encore à 10 degrés + o. Il apporta le flacon dans une chambre où il y avoit du feu, & l'acide redevint liquide ; il le remit à la cave, & il y gela de nouveau. Il laissa sur une fenêtre, pendant une nuit, deux vaisseaux, dont l'un contenoit une portion de cet acide, & l'autre une pareille quantité d'un autre acide vitriolique venant aussi de Nordhausen ; le lendemain la liqueur du premier étoit gelée, celle du second n'avoit éprouvé aucun changement. Au reste, ces deux acides s'échauffèrent de même, en s'unissant à l'eau & à l'esprit-de-vin ; ce dernier n'en précipita rien, comme il arrive ordinairement avec l'acide vitriolique d'Angleterre. Enfin, l'acide de Nordhausen fut traité à la distillation à un feu capable de le faire monter tout entier, & il ne resta rien dans la cornue qui pût faire soupçonner la présence de quelque matière étrangère. (*Crell, annalen, 1784, part. 2, page 42.*)

Le 3 mars de cette année (1785), un de mes confrères, M. Chaussier, qui avoit exposé sur sa fenêtre un flacon contenant deux livres d'acide vitriolique, le trouva entiérement gelé ; & l'ayant pesé très-exactement en cet état, il parut avoir augmenté du poids de 3 grains, qu'il perdit en effet lorsqu'il eut repris sa fluidité. (*Jour. des savans, juillet, 1785, page 493.*)

Voilà sans doute un assez grand nombre d'observations réunies pour établir non-seulement que l'acide vitriolique pur peut perdre sa fluidité par le froid, mais même qu'il n'est pas nécessaire que le froid soit au degré de la congellation de l'eau. A la vérité, cela ne réussit pas avec tous les acides, même à égale concentration, & on pourroit en conséquence soupçonner que, soit ceu-

nement connu, & celui sur lequel on a le plus travaillé, il s'en faut encore beaucoup que le système de ses *affinités* soit décidément fixé; & ce qui ne fut d'abord que le résultat de quelques observations familières est devenu une des parties les plus importantes & les plus difficiles de la Chymie sublime, depuis qu'on en a fait un examen plus approfondi.

La table de *Geoffroy* présente les substances qui s'unissent à l'acide vitriolique dans l'ordre suivant d'affinité: le *phlogistique*, l'*alkali fixe*, l'*alkali volatil*, les *terres*, le *fer*, le *cuivre* & l'*argent*. Celle de *Gellert* indique après les terres, le *zinc*, le *fer*, le *cuivre*, l'*argent*, l'*étain*, le *plomb*, le *mercure*, le *bismuth*, l'*antimoine* & l'*arsenic*.

M. Bergman avoit déja fait bien des changemens à ce système, lorsqu'il publia dans les mémoires d'Upsal, & à la suite des leçons de Scheffer, en 1779, sa table des attractions électives; il y a fait de nouvelles corrections en l'insérant dans le 3e volume de ses opuscules. Enfin le célèbre Kirwan a considéré d'un point de vue encore plus élevé cette puissance attractive qui unit les acides aux bases: il faut voir à l'article AFFINITÉ l'exposition complète de cette nouvelle doctrine, qui est une suite de son beau travail, pour déterminer la quantité d'acide réel contenu dans les acides plus ou moins délayés, qui tient compte de la matière de la chaleur jusqu'à présent trop négligée dans l'explication de ces phénomènes, & qui nous fait espérer de pouvoir un jour indiquer les affinités en nombres, & non pas seulement en nombres hypothétiques & proportionnels, mais en quantités exprimées par les poids des bases qui saturent une quantité donnée de cet acide: ce seroit en affoiblir les preuves que de diviser les faits sur lesquels elles s'appuient. Pour ce qui est de la table de M. Bergman, quoiqu'elle soit plutôt, comme le dit M. Kirwan, une table de *précipitations* qu'une table d'*affinités*, l'utilité dont elle peut être dans la pratique pour diriger les manipulations, me determine à en rappeller ici les résultats, & j'en userai de même pour tous les acides.

L'illustre professeur d'Upsal place ainsi les bases dans la colonne de l'acide vitriolique.

Par la voie humide,

Le barote.
La potasse.
La soude.
Le calce.
La magnésie.
L'ammoniac.
L'alumine.

Les chaux métalliques:
De zinc.
De fer.
De manganèse.
De cobalt.
De nickel.
De plomb.
D'étain.
De cuivre.
De bismuth.
D'antimoine.
D'arsenic.
De mercure.
D'argent.
D'or.
De platine.

L'eau.
L'esprit-de-vin.
Le phlogistique.

Et par la voie sèche,

Le phlogistique.
Le barote.
La potasse.
La soude.
Le calce.
La magnésie.
Les *chaux métalliques*.
L'ammoniac.
L'alumine.

La première chose que l'on remarque dans ce nouvel ordre, est que le *phlogistique* qui occupoit anciennement la première place est renvoyé à la dernière. Il est bien vrai que le charbon décompose au creuset le vitriol de potasse; M. Monnet a fait voir que l'antimoine opéroit cette décomposition comme les matières charbonneuses, mais c'est toujours par la voie sèche; on n'a pas d'exemple que l'affinité de l'acide avec le phlogistique ait déterminé par la voie humide la décomposition d'un sel neutre vitriolique, même des vitriols métalliques, & l'acide n'agit sur le charbon qu'à l'aide de la chaleur.

Le *barote* marche avant les alkalis fixes, parce que les *alkalis* caustiques ne décomposent pas le vitriol barotique ou spat pesant, & qu'au contraire la terre barotique caustique décompose le vitriol de potasse & régénère du spat pesant.

La *magnésie* est ici avant l'*ammoniac*, ou alkali volatil, parce que M. Bergman a observé que lorsqu'on tenoit quelques jours dans un flacon de la magnésie caustique avec une dissolution de vitriol ammoniacal, on sentoit en l'ouvrant une odeur d'alkali volatil; il convient cependant que la dif-

férence des forces est si foible, qu'il faut bien peu de chose pour rendre l'effet inverse. On a vu que M. Kirwan donnoit au contraire l'avantage à l'alkali volatil sur la magnésie, en indiquant les rapports de leurs affinités avec l'acide vitriolique :: 80 : 75. La différence de ses résultats & de ceux de M. Bergman vient, à ce qu'il présume, de la propriété des sels neutres ammoniacaux, de s'unir sans décomposition à d'autres substances.

Par rapport aux *métaux*, M. Bergman avertit expressément, 1°. que de nouvelles réflexions l'ont décidé à les supprimer comme tels de sa table d'affinité, pour n'y admettre que leurs chaux; 2°. que l'ordre dans lequel il les range n'est déterminé que par les phénomènes des *précipitations* de ces chaux les unes par les autres, ce qui est fondé sur ce que les acides ne dissolvent pas réellement les métaux dans leur état de métallisation parfaite; qu'une partie de l'acide est employée à calciner le métal,&l'autre à dissoudre ce qui est calciné; qu'il n'y a jusqu'à présent aucun moyen de reconnoître quel métal l'acide préfère; que la série des métaux se trouvant la même pour tous les acides, cette uniformité a nécessairement son principe dans le degré d'affinité, que les chaux métalliques ont elles-mêmes avec le phlogistique, & qui est la cause immédiate des précipitations. Il n'est pas inutile d'observer que dans l'hypothèse de M. Lavoisier, on arrive aux mêmes conséquences en substituant à la perte du phlogistique l'accession d'une portion d'air vital. En effet, le métal peut aussi bien être changé par surcomposition que par décomposition, & tant qu'on se borne à ces vues abstraites, il est difficile de ne pas avouer que le système anti-phlogistique a un égal avantage.

L'acide vitriolique ne cède la *terre barotique* ni les *alkalis* à aucun autre dissolvant.

Il laisse aller la *terre calcaire* à l'acide oxalin, & par conséquent à l'acide saccharin, qui n'est que l'acide oxalin artificiel.

Il abandonne la *magnésie* à l'acide saccharin & à l'acide phosphorique. M. Bergman l'a placé avant l'acide oxalin dans la colonne de cette base; mais il avoue qu'il lui reste des doutes sur cette position respective; il ne peut plus y en avoir depuis que M. Schéele a démontré l'identité des acides oxalin & saccharin: l'un & l'autre décomposent également le vitriol magnésien.

L'acide vitriolique reprend la *terre alumineuse* à tous les autres acides; cependant l'alun peut, suivant quelques Chymistes, être décomposé par les acides nitreux & muriatique; mais M. Chaptal a fait voir que lorsqu'on faisoit évaporer la liqueur, l'acide vitriolique reprenoit la base terreuse.

La décomposition du nitre par l'acide vitriolique, & du vitriol de potasse par l'acide nitreux, à la distillation, est un des problèmes d'affinité qui embarrassent le plus les Chymistes. On a dit d'abord qu'il y avoit *affinité réciproque*, ce n'étoit qu'un mot qui ne présentoit rien à l'esprit de satisfaisant: l'illustre Bergman a cherché une explication qui fit disparoître l'anomalie résultante de ce phénomène. 1°. Il avoit observé que quand on ajoutoit à une dissolution de vitriol de potasse, dans l'eau, le tiers de son poids d'acide vitriolique concentré, on obtenoit, par l'évaporation, des crystaux qui étoient augmentés de la moitié de leur poids, & qui se conservoient secs quoiqu'acides; qu'une plus grande quantité d'acide formoit un sel déliquescent; que la distillation ne faisoit partir que difficilement tout l'excès d'acide, & qu'il falloit mettre le sel dans un creuset; que les crystallisations répétées ne produisoient rien, & que le meilleur moyen étoit l'édulcoration par l'esprit-de-vin. 2°. On sçait que l'acide vitriolique en quantité suffisante décompose complétement le nitre aussi-bien par la voie humide que par la voie sèche; ce qui annonce que l'acide vitriolique attire plus puissamment l'alkali. 3°. Quelque quantité d'acide nitreux que l'on emploie, on ne peut guères décomposer, même à l'aide de la chaleur, que le tiers du vitriol de potasse. 4°. Cette décomposition s'opère de même sans chaleur & sans que l'acide nitreux soit concentré; M. Bergman a délayé de l'acide nitreux au point qu'il ne fut absolument plus fumant, il y a jetté du vitriol de potasse pulvérisé en assez grande quantité, il a laissé ce mélange en repos dans un lieu froid pendant 36 heures; après cela il a décanté la liqueur, il y a versé de l'esprit-de-vin très-rectifié, & il s'est précipité une poudre blanche qu'il a reconnu pour du vrai nitre; le vitriol de potasse non décomposé étoit tellement rendu soluble par l'acide vitriolique surabondant, que l'esprit-de-vin ne le précipitoit que difficilement. 5°. Le vitriol de potasse qui n'a plus que l'acide qui lui est nécessaire, comme celui qui a été traité au creuset, ou lavé dans l'esprit-de-vin, n'est nullement décomposé par l'acide nitreux le plus concentré; il ne suffit pas, pour changer l'état de ce sel, de l'humecter avec l'acide vitriolique après l'avoir pulvérisé, il faut le dissoudre en même-temps dans l'eau chaude. 6°. Les acides muriatique & tartareux, & peut-être beaucoup d'autres, décomposent le vitriol de potasse aussi-bien que l'acide nitreux; le vitriol de soude se dissout entièrement dans l'acide muriatique, mais il n'y en a toujours qu'environ un tiers de décomposé. 7°. Enfin la portion de vitriol de potasse qui n'est pas décomposée se crystallise malgré l'abondance d'acide vitriolique, & se trouve avoir tous les caractères de celui qu'on a surchargé d'acide.

De ces faits ainsi rapprochés, M. Bergman conclut que tout se passe ici comme lors de la régénération de l'acidule tartareux, ou crème de tartre, dans la dissolution de tartre de potasse, lorsqu'on y ajoute de l'acide acéteux, quoique plus foible; c'est-à-dire que le vitriol de potasse peut aussi prendre de son acide par excès. Il y a donc réellement

trois puissances d'affinité qui concourent dans cette opération; la première A est celle avec laquelle la portion de vitriol de potasse qui doit-être décomposée, tend à retenir sa base alkaline; la seconde B est celle qu'exerce la portion de vitriol de potasse qui ne doit pas être décomposée, sur la quantité d'acide qu'elle peut prendre par excès; & la troisième C est la force d'affinité de l'acide nitreux avec la base alkaline. Supposons que la dernière C soit à la première A : : 29 : 30, on verra tout de suite la raison pour laquelle l'acide vitriolique décompose complétement le nitre, & pourquoi l'acide nitreux seul & par lui-même ne peut enlever la base au vitriol de potasse; mais la puissance B ou la capacité du vitriol de potasse, de recevoir un excès d'acide, doit aussi avoir une valeur quelconque; supposons la seulement $= 2$, on aura alors $29 + 2 = 31$; ainsi la somme des forces divellentes, ou qui conspirent pour la décomposition, sera plus grande que la force quiescente, & on trouvera du nitre formé & du vitriol de potasse surchargé de son acide.

Le célèbre Kirwan a proposé une explication toute différente du même phénomène; il convient avec M. Bergman que la décomposition ne peut avoir lieu que par l'action de plusieurs forces combinées; mais c'est le feu spécifique, ou la matière de la chaleur qu'il met en jeu; & comme, dans le systême de ses tables, les trois acides minéraux sont supposés avoir une égale affinité avec l'alkali végétal, il se sert du même principe pour rendre raison de la décomposition du nitre & du sel commun par l'acide vitriolique. Ainsi, quand on met en contact avec le nitre ou avec le sel commun l'acide vitriolique, que nous avons vu contenir plus de chaleur spécifique que les acides nitreux & muriatique, cette chaleur passe dans les deux acides, lesquels acquérant par-là un degré de raréfaction considérable, sont chassés de leurs bases; l'acide vitriolique s'en empare, & les deux autres acides s'élèvent en forme de gas, à cause de la chaleur qu'ils reçoivent indépendamment de celle qu'ils ne peuvent absorber, & qui devient sensible au thermomètre.

D'autre côté, lorsqu'on met, par exemple, 60 grains de vitriol de potasse en poudre dans un mélange de 100 grains d'eau & de 60 grains d'acide nitreux, à 1,355 de pesanteur spécifique & contenant précisément l'acide réel nécessaire à la saturation de la base alkaline du vitriol, on trouve au bout de huit jours le vitriol presque entièrement dissous, mais sans aucun signe de décomposition, & la liqueur évaporée ne fournit point de nitre, parce que l'acide nitreux ne peut décomposer le vitriol de potasse sans le secours de la chaleur; à moins que se trouvant en excès, la quantité considérable de chaleur qu'il contient ne soit forcée à l'abandonner par l'acte même de la dissolution.

Si on met au contraire 60 grains de vitriol de potasse pulvérisé dans 400 grains d'acide nitreux, à 1,355 de pesanteur spécifique, le thermomètre plongé dans le mélange n'en est pas affecté; il ne s'y manifeste presque aucun signe de dissolution, & cependant, au bout de 24 heures, on peut juger qu'il y a un peu d'acide vitriolique dégagé, puisque le mélange dissout un peu d'antimoine qui n'est attaqué en régule, ni par l'acide vitriolique, ni par l'acide nitreux séparés. Que l'on augmente encore la proportion d'acide nitreux réel, ou, ce qui est la même chose, qu'on mette la même quantité de vitriol de potasse dans 400 grains d'acide nitreux, à 1,478 de pesanteur spécifique, le thermomètre s'élève de 4, 4, degrés, le vitriol de potasse se dissout tout de suite entièrement, & l'antimoine annonce que l'acide vitriolique s'est dégagé. D'où il résulte, suivant M. Kirwan, que quoique l'acide nitreux n'ait avec l'alkali qu'une affinité égale à celle de l'acide vitriolique, le premier laissant échapper dans cette opération plus de chaleur que n'en peut prendre la dissolution, l'acide vitriolique venant à s'en emparer est par-là dégagé de sa base; parce que, de même qu'il ne peut s'unir aux alkalis sans perdre de sa chaleur spécifique, il ne peut en recevoir sans quitter les alkalis.

M. Kirwan applique la même solution aux problêmes de la décomposition du vitriol de soude & du vitriol ammoniacal par l'acide nitreux, à celles du vitriol de potasse & du nitre par l'acide muriatique, qui ne sont également jamais complettes; & il faut avouer non-seulement que c'est une vue nouvelle très-ingénieuse & très-digne d'attention, mais encore que l'auteur y rapporte d'une manière satisfaisante la plupart des faits, & particuliérement l'expérience par laquelle M. Cornette a fait voir que quand on portoit dans l'acide muriatique, au lieu de vitriol de potasse en nature, la dissolution de ce sel dans l'eau, il n'y avoit plus de décomposition (*mém. de l'acad. roy. des sc. ann. 1778, page 49*), ainsi que l'observation du même académicien, que l'acide muriatique décompose plus facilement le nitre de soude que le nitre de potasse. La cause du *premier* phénomène est dans les principes de M. Kirwan, que ce n'est pas le mélange, mais la dissolution même qui produit de la chaleur, & qu'il ne peut s'en dégager quand le sel est dissous d'avance; il trouve la cause du *second* dans la disproportion de chaleur qui se dégage, la décomposition du nitre de soude faisant descendre le thermomètre de 6 degrés, tandis que la décomposition du nitre de potasse ne le fait descendre que de 3 degrés; ce qui prouve qu'il se dégage plus de chaleur dans le second cas que dans le premier.

Cependant cette hypothèse me paroît encore susceptible de bien des difficultés : j'exposerai ici en peu de mots quelques-unes des plus essentielles, pour fournir à l'auteur lui-même l'occasion de lever les doutes qu'elles présentent.

1°. Il fait une condition de la réussite de la décomposition des sels neutres alkalins par un acide réputé plus foible, ou du moins qui n'est pas plus puissant, que cet acide excède de beaucoup la quantité d'acide contenu dans le sel neutre, pour qu'il se dégage pendant la dissolution assez de chaleur pour mettre en état de gas l'acide actuellement combiné: mais la mesure de la chaleur qui doit être rendue libre paroît dépendre bien plutôt de la quantité de sel à dissoudre, que d'une quantité surabondante du dissolvant, parce que la dissolution une fois faite par la portion du dissolvant nécessaire à cette opération, le surplus ne forme qu'un simple mêlange dans lequel les substances mêlées ne peuvent pas avoir plus d'action l'une sur l'autre que l'acide muriatique n'en a, suivant l'expérience de M. Cornette, sur le vitriol de potasse dissous d'avance dans l'eau.

2°. Il est tout simple que M. Kirwan n'ait pas cherché la preuve de la décomposition du sel neutre vitriolique par la crystallisation de la liqueur, puisqu'il pouvoit arriver, & qu'il arrive réellement quelquefois que l'acide qui a d'abord été déplacé reprend à son tour la base pendant l'évaporation; mais on peut avoir des doutes sur la fidélité des réactifs qu'il a employés pour vérifier la décomposition, parce que rien n'empêche de croire qu'un acide par lui-même impuissant à froid, puisse attaquer à un certain point l'antimoine lorsqu'il est aidé de la présence d'un sel neutre qu'il tient en dissolution; soit qu'il n'y ait point de décomposition du sel neutre, soit qu'elle ait lieu par la puissance nouvelle que produit l'affinité vive ou morte de son acide avec le métal, & qui existe par le seul effet du contact: ce n'est plus le cas de la décomposition directe du vitriol de potasse par l'acide nitreux.

3°. Une objection encore plus importante naît de la difficulté de comprendre ce qui détermine la matière de la chaleur mise en liberté à s'unir à l'acide nitreux quand on décompose le nitre, & à l'acide vitriolique quand il s'agit de décomposer le vitriol de potasse; car du moment que je conçois existans en même temps dans le mêlange, de l'acide vitriolique, de l'acide nitreux & de la matière de la chaleur, peu importe que l'un des acides soit en plus grande quantité que l'autre, que le premier exige plus de chaleur que le second pour être mis en état de gas, l'effet qui doit suivre ne peut toujours être décidé que par l'affinité plus forte de l'un de ces acides avec la matière de la chaleur; il doit donc toujours être le même, comme dépendant de cette cause unique, jusqu'à ce qu'il survienne une autre puissance qui change cet effet. Or, voilà ce qui ne se trouve pas dans les décompositions dont il s'agit, & sans cela je ne vois qu'une réciprocité arbitraire qui répugne aux loix générales des affinités.

Je pourrois ajouter bien d'autres réflexions, & demander, par exemple, si avant de chercher une nouvelle explication, il ne conviendroit pas de vérifier le fait qui sert de base à celle de M. Bergman, je veux dire cette propriété de quelques sels, de se présenter en crystaux, tantôt avec excès d'acide, tantôt avec une juste dose, & dans le dernier cas, de résister absolument aux moyens de décomposition dont nous cherchons la cause: mais j'en ai dit assez pour faire sentir toute l'importance & la difficulté du problême, & peut-être pour autoriser à conclure que si le principe calorifique joue réellement un rôle dans ces opérations, ce qui me paroît assez vraisemblable, il nous manque encore quelque donnée pour concilier des effets si essentiellement differens dans des circonstances qui nous semblent les mêmes.

Les *doubles affinités* produisent des décompositions de sels vitrioliques qui s'expliquent très-facilement par le calcul des forces conspirantes, soit que l'on fasse entrer dans ce calcul la valeur de chaque puissance déterminée en quantité réelle par les expériences de M. Kirwan, soit que l'on prenne des nombres qui gardent seulement entre eux des rapports approchés de l'inégalité d'attraction, conformes aux observations les plus familières, à l'exemple de MM. Bergman, Elliot & de Fourcroy.

C'est ainsi que quoique l'acide vitriolique ait certainement plus d'affinité avec les alkalis fixes qu'avec les terres calcaire & magnésienne, cependant le vitriol de potasse & le vitriol de soude sont décomposés par le nitre calcaire, par le nitre de magnésie, & même par les muriates calcaire & magnésien.

Pour faciliter l'intelligence de ce qui se passe dans ces opérations, j'en donnerai ici deux exemples, en appliquant à l'un les nombres hypothétiques de M. de Fourcroy, & en employant dans le calcul de l'autre les valeurs numériques déterminées par M. Kirwan.

M. de Fourcroy suppose
l'affinité de l'*acide vitriolique*
avec le potasse = 8
avec le calce = 6
l'affinité de l'*acide nitreux*
avec le potasse = 7
avec le calce = 4

On verra à l'article *acide nitreux* (§. III) que j'ai été obligé de prendre d'autres nombres pour trouver par cette méthode l'explication de deux phénomènes en apparence contraires; savoir, la décomposition du muriate de potasse par le nitre calcaire, & la non-décomposition du muriate de soude par le même nitre terreux: phénomènes qui, étant dans la nature, devoient trouver leur principe dans notre théorie, si elle étoit fondée, & qui cependant ne cadroient guères mieux avec les nombres donnés par M. Kirwan. Mais il n'en est pas moins vrai que ces nombres représentent d'une manière plus ou moins approchée les proportions

d'affinité que l'on obſerve entre les acides & les baſes; il ne nous faut ici rien de plus, & ces valeurs placées dans un emblême à la manière de M. Bergman, démontrent ſur-le-champ qu'il doit y avoir décompoſition.

Décompoſition du vitriol de potaſſe par le nitre calcaire.

Nitre.

	Potaſſe	7	acide nitreux	
Vitriol de potaſſe.	8	+	4] = 12	Nitre calcaire.
	acide vitriolique	6	calce	
		= 13		

Vitriol calcaire.

Puiſque 6 + 7 = 13, ſomme des forces *divellentes*, ou qui conſpirent pour produire d'autres ſels que ceux qu'on a portés dans le mélange, eſt plus forte que 8 + 4 = 12, ſomme des forces *quieſcentes*, ou qui tendent à maintenir les combinaiſons actuelles, on ne doit plus être étonné de voir qu'il y ait échange de baſes entre les deux acides.

Décompoſition du vitriol de ſoude par le muriate magnéſien.

Vitriol magnéſien.

	Acide vitriolique	80	magnéſie	
Vitriol de ſoude.	165	+	71] = 236	Muriate magné-ſien.
	ſoude	158	acide muriatique	
		= 238		

Sel commun.

Les forces divellentes exprimées dans ce ſecond cas par les nombres de M. Kirwan, ſurpaſſant encore les forces quieſcentes, il doit y avoir, & il y a en effet décompoſition.

On tenoit ci-devant pour indubitable que l'acide vitriolique avoit une plus grande affinité avec les alkalis qu'avec les métaux; on regardoit comme des phénomènes dépendans de l'affinité ſimple les précipitations des métaux les uns par les autres : un examen plus approfondi a bien changé ces opinions, & juſqu'à la diſſolution directe d'un métal par un acide, eſt conſidérée aujourd'hui par quelque-uns des plus grands Chymiſtes comme l'effet d'une *affinité double*, ce qui peut s'entendre preſque également, ſoit qu'on ne mette en jeu que le phlogiſtique ſeul, ou l'air vital ſeul, ſoit qu'on les ſuppoſe agiſſans ſimultanément pour la converſion des métaux en chaux & réciproquement. Mon intention n'eſt pas de répéter ici ce que j'en ai dit ailleurs, mais il m'a paru convenable de rappeller en peu de mots ces théories nouvelles avant que de recueillir les faits qui doivent compléter le ſyſtême des affinités du premier acide minéral.

Lorſqu'on ajoute de l'alkali à la diſſolution d'un métal par l'acide vitriolique, il y a un précipité métallique, & cela vient, ſuivant M. Kirwan, de ce que l'alkali reprend l'excès d'acide néceſſaire à la diſſolution métallique. M. Bayen a fait voir que le vitriol de plomb ne pouvoit être privé, même par les alkalis fixes cauſtiques, que de la moitié de ſon acide, & qu'ils ne décompoſoient de même qu'à moitié le vitriol mercuriel. (*Journ. phyſ. tom. VI, pag.* 493.)

Par la voie sèche, les obſervations qui établiſſent la décompoſition du vitriol de potaſſe par les métaux ſont encore plus multipliées. J'ai déja cité la belle expérience de M. Monnet, qui a fait un véritable hépar en traitant au creuſet ce ſel avec l'antimoine (en régule). M. de Waſſerberg a annoncé que la même choſe avoit lieu avec le zinc; mais M. de Fourcroy a donné un travail plus ſuivi ſur cette matière, & il réſulte de ſes expériences, 1°. que l'*or*, la *platine*, l'*argent*, le *mercure*, le *cuivre*, le *plomb* & le *biſmuth* traités au creuſet avec le vitriol de potaſſe ne lui font éprouver aucune altération. Il obſerve avec raiſon que c'eſt probablement la volatilité du mercure qui met obſtacle à la décompoſition.

2°. Que l'*étain*, le *fer*, l'*antimoine* & le *zinc* décompoſent très-bien ce ſel, à la ſeule chaleur que peuvent ſupporter les cornues de verre lutées; qu'il ne faut guères plus d'une demi-partie de métal; qu'il ſe forme dans ces opérations de vrais hépars métalliques, & que les métaux paſſent à l'état de chaux.

3°. Que l'*arſenic* & le *cobalt* en décompoſent une très-petite partie, & que peut-être la décompoſition n'a lieu avec le cobalt, que parce qu'il tient un peu d'arſenic.

Ces décompoſitions ſont dues évidemment à une double affinité; & c'eſt parce qu'elle eſt néceſſaire qu'elles ne réuſſiſſent pas avec tous les métaux. La quatrième ſubſtance ſera, ſuivant les partiſans du ſyſtême antiphlogiſtique, l'air vital repris à l'acide par le métal; M. de Fourcroy préfère de dire avec l'illuſtre Macquer, que le métal ne prend l'air vital à l'acide qu'en lui cédant ſon phlogiſtique (*mem. de Chymie, &c. p.* 262). Cette théorie, qui s'accorde beaucoup mieux avec l'enſemble des faits, a l'avantage de préſenter ici pour quatrième agent le réſultat de deux puiſſances au lieu d'une, qui ſouvent ſeroit

feroit insuffisante pour expliquer la variété des effets.

Ainsi, lorsqu'on jette du fer dans la dissolution de vitriol de *cuivre* il se forme du vitriol martial, & le cuivre est précipité en état de métal, parce que le fer lui cède le principe métallisant, & lui prend en même-temps le principe acidifiant qui le constitue en état de chaux, ce qui est essentiel à la dissolution. Le *zinc* décompose, par la même raison, le vitriol de mars; mais M. Kirwan pense que l'échange ne commence que quand le *fer* se précipite spontanément par déphlogistication.

L'acide vitriolique prend l'*argent* & le *mercure* à l'acide nitreux; à plus forte raison la décomposition des nitres d'argent & de mercure a-t-elle lieu avec les sels vitrioliques, puisque l'affinité de leurs bases avec l'acide nitreux ne peut qu'augmenter la puissance divellente. La dissolution nitreuse d'argent est précipitée même par les vitriols de cuivre, d'étain, de fer &c.

Il cède l'*argent* aux acides muriatique, sébacé & oxalin. M. Bergman met ici un intervalle considérable entre les acides saccharin & oxalin qu'il a lui même presque toujours rapprochés dans les autres colonnes : j'ai averti une fois pour toutes, que ces deux acides n'en formoient qu'un, dès-lors leurs affinités ne peuvent être différentes.

Il cède le *mercure* aux acides oxalin, karabique, arsenical & phosphorique. Si on verse de l'acide vitriolique dans une dissolution de muriate mercuriel corrosif, il y a précipitation; mais M. Bergman s'est assuré qu'il ne faisoit que reprendre l'eau de dissolution.

Le *cuivre* lui est enlevé par les acides oxalin, tartareux & muriatique; mais à l'égard du dernier, M. Bergman observe que la moindre chaleur, même celle du soleil, rend l'avantage à l'acide vitriolique.

Il prend le *plomb* à tous les acides.

Il laisse aller l'*étain* aux acides sébacé, tartareux & muriatique.

Il ne cède le *fer* qu'aux acides oxalin & tartareux, & le reprend à tous les autres.

La dissolution vitriolique de *bismuth* est décomposée par les acides oxalin, arsenical, tartareux & phosphorique.

Il ne cède le *nickel*, l'*arsenic* & le *cobalt* qu'aux acides oxalin & muriatique.

Il enlève le *zinc* à tous les acides, excepté à l'acide oxalin.

Il abandonne l'*antimoine* aux acides sébacé, muriatique & oxalin.

Il cède enfin la *manganèse* aux acides oxalin citronien, phosphorique, tartareux, fluorique & muriatique.

A ces observations, qui confirment déja ce que j'ai dit, que cet acide, qu'on a cru si long-temps d'un ordre supérieur à tous les autres, ne manifestoit cependant cette puissance, que dans les cas de ses affinités, il faut ajouter qu'il se laisse enlever les métaux par trois autres acides qui n'annoncent pas à beaucoup près une action dissolvante aussi énergique : ce sont les acides *méphitique*, *gallique* & *prussique*.

Suivant M. Achard, la dissolution vitriolique de plomb est troublée par la dissolution du méphite de zinc; l'eau chargée d'acide méphitique versée dans les dissolutions de vitriol d'étain & de vitriol de zinc y occasionne un peu de précipité. *Voyez* ACIDE MÉPHITIQUE, §. VI.

Tout le monde sait que l'acide de la noix de galle enlève le fer à l'acide vitriolique. M. Cartheuser a observé qu'il décomposoit aussi le vitriol de cuivre, & je ne doute pas que la plupart des vitriols métalliques ne subissent la même décomposition. *Voyez* ACIDE GALLIQUE & GALLITE.

L'acide prussique seul ne touche pas aux métaux tenus en dissolution par l'acide vitriolique; mais les prussites décomposent, à la faveur d'une double affinité, tous les vitriols métalliques, excepté la dissolution vitriolique de manganèse : c'est l'acide prussique qui forme le bleu de Prusse avec la base du vitriol de mars. Puisque l'acide prussique seul ne décompose pas le vitriol de mars, il semble que l'acide vitriolique devroit lui enlever le fer en vertu de la même affinité qui le met en état de le retenir, & par conséquent décomposer le bleu de Prusse; c'est néanmoins ce qui n'arrive pas, & M. Schéele regarde cette anomalie comme l'une des plus difficiles à expliquer. *Voyez* ACIDE PRUSSIQUE.

L'acide vitriolique, ou pour mieux dire sa base acidifiable, cède le *phlogistique* à l'acide nitreux; car ce dernier décompose le soufre, s'élève en état de gas nitreux, & laisse de l'acide vitriolique; ce qui s'opère, dans le systême de M. Lavoisier, parce que le radical vitriolique a plus d'affinité avec le principe acidifiant. On verra à l'article *acide régalin* que le soufre est également converti en acide par l'acide muriatique déphlogistiqué, quoique M. Bergman ait assuré le contraire. A l'égard du phosphore, j'ai vérifié que l'acide vitriolique ne lui cédoit pas le principe acidifiant, comme il arrive avec l'acide nitreux : ayant mis un morceau de phosphore dans l'acide vitriolique concentré & très-pur, il a fallu donner une chaleur de 33 degrés pour déterminer quelque action; alors il y a eu pétillement, vapeurs blanches dans le matras, & même quelques jets de flamme, ce qui pouvoit faire penser que l'acide vitriolique agissoit sur le phosphore, mais ce n'étoit dans la vérité que la combustion même du phosphore qui, s'élevant en globule fluide à la surface de la liqueur, se trouvoit en contact avec l'air.

§. VII. *De l'action de l'acide vitriolique sur les huileux.*

L'acide vitriolique agit très-promptement sur les huiles & sur toutes les substances qui en tiennent, en quelque état que ce soit. De là vient l'altération qu'il fait éprouver aux matières végétales & animales qu'il convertit en charbon lorsqu'il est assez concentré pour s'emparer d'abord de l'eau qui en fait partie.

Cet acide n'a pas, comme l'acide nitreux, la propriété d'enflammer les huiles essentielles, mais il dispose les huiles grasses à subir cette inflammation par l'action de l'acide nitreux. M. Macquer pensoit qu'il n'influoit dans cette opération qu'en déflegmant l'huile & concentrant l'acide nitreux; il paroît plus certain qu'il sert à briser leur tissu plus solide, & à les porter à l'état charbonneux, qui, suivant les expériences de M. Proust, est la vraie condition essentielle au succès de l'opération. (*Voyez* ACIDE NITREUX, §. VII.) Becher a dit, dans sa physique souterraine (*sect. 5, ch. 3, n. 106*), que l'acide vitriolique & l'esprit-de-vin, l'un & l'autre très-rectifiés, prenoient feu à l'instant qu'on les mêloit, & même que si on éteignoit le feu en bouchant le vaisseau qui contenoit le mélange, il se rallumoit dès qu'on le débouchoit. Homberg a assuré avoir enflammé par l'acide vitriolique très-concentré l'huile de thérébentine qui passe la dernière à la distillation en consistance de sirop & de couleur rousse (*acad. des scienc. ann. 1701*): comme personne n'a pu faire réussir depuis ces expériences, il y a lieu de croire que l'effet tenoit à quelque circonstance qu'ils n'ont pas apperçue.

M. de Fourcroy a observé que lorsqu'on versoit quelques gouttes d'acide vitriolique concentré dans la liqueur fumante de boyle ou hépar ammoniacal (ce qu'il falloit faire avec précaution), il s'excitoit sur-le-champ un mouvement rapide; qu'il s'élevoit un nuage blanc fort épais; *qu'il se faisoit un bruit semblable à celui d'une grosse fusée;* que la liqueur étoit lancée loin du verre, & le vaisseau mis en pièces (*Leçons de Chymie, tom. 1, p. 425.*) Cette explosion lui a paru beaucoup plus forte que celle que donne l'acide nitreux le plus fumant avec le même hépar volatil, quoique M. Proust ait annoncé que l'acide nitreux versé sur 2 gros de liqueur fumante de boyle, produisoit un coup aussi violent que pourroient le faire 2 gros de poudre fulminante.

L'acide vitriolique est susceptible de former avec les huiles de vraies combinaisons savonneuses: le programme de l'académie de Dijon, qui proposa l'examen des savons acides, pour sujet de son prix de 1777, paroît avoir excité l'attention des Chymistes à cet égard; il est du moins certain que ce fut dans la vue de ce concours que M. Cornette entreprit les expériences qu'il a publiées depuis sur cette matière, & qui ont le plus contribué à l'éclaircir.

M. le comte de Brèves a combiné l'acide vitriolique avec l'huile précipitée du savon blanc par un acide. M. Achard, dans un mémoire publié dans le journal littéraire de Berlin, de 1777, a indiqué la manière de faire réussir ces combinaisons en faisant chauffer l'huile presque jusqu'à ébullition, & en en versant peu-à-peu 3 parties, en poids, sur deux parties d'acide, que l'on triture dans un mortier de verre: pour les huiles essentielles empyreumatiques, il recommande de prendre encore plus de précautions pour empêcher l'action trop rapide de l'acide sur ces huiles, qui les réduiroit en résine ou même en charbon, & pour cela, de triturer à froid, de plonger le mortier dans l'eau froide, & de n'ajouter de l'huile que lorsque le mélange s'est refroidi après avoir été trituré: il enseigne enfin la manière de faire des savons acides avec les résines de thérébentine, de scammonée, de jalap, &c. en les faisant liquéfier & même bouillir, & les triturant ensuite avec l'acide. *Voy.* à l'article SAVONS ACIDES les détails de ces procédés & les propriétés de ces composés.

J'observerai seulement, d'après le travail de ce Chymiste, qu'en général cet acide épaissit toutes les huiles; qu'il les cède aux alkalis, aux terres solubles, & quelques-unes à des terres métalliques; que la plupart de ces savons sont décomposés par l'acide nitreux, par l'acide muriatique, par l'acide vitriolique sulfureux ou phlogistiqué, & non par le vinaigre; que quelques fois l'huile est précipitée par le fer & par le zinc en état de métal; enfin, que plusieurs sels neutres les décomposent par double affinité. Si c'est un phénomène bien digne d'attention que les savons vitrioliques soient décomposés par le même acide phlogistiqué, il n'est pas moins remarquable que celui qui est préparé avec l'huile de cire déroge à cette affinité, & que le savon vitriolique d'huile de fenouil résiste à l'action de la magnésie, des acides nitreux & muriatique, & aussi des acidules oxalin & tartareux qui agissent sur tous les autres à cause de leur base alkaline.

Je ferai connoître ailleurs les expériences curieuses de M. Cornette sur le même sujet. En général cet académicien a observé que l'action de l'acide vitriolique sur les huiles n'étoit pas à beaucoup près aussi uniforme qu'on l'avoit cru; qu'une petite quantité d'acide les portoit à l'état résineux, soluble seulement dans l'esprit-de-vin; qu'une plus juste proportion les convertissoit en savons solubles dans l'eau; que quelques huiles s'épaississoient plus vite, d'autres plus lentement; que plusieurs redevenoient fluides par l'agitation; qu'il y en avoit, comme celle de romarin, qui restoient liquides; que les huiles grasses donnoient les savons les plus parfaits, & que les huiles siccatives manifestoient en cette occasion les caractères qui les

rapprochent des huiles essentielles. M. Cornette ayant mêlé ses huiles à froid, excepté celles qui, comme le suif & le blanc de baleine, ont besoin d'être liquéfiées par le feu, il a eu occasion de déterminer la chaleur que ces huiles produisent à quantités égales en poids, lors de leur agitation avec une même dose d'acide: on voit que la chaleur produite par le mêlange de ½ once d'huile de thérébentine avec ½ once d'acide vitriolique concentré a produit une chaleur de 120 *degrés;* que celle produite par les autres huiles essentielles a varié de 115 à 85 *degrés;* qu'avec les huiles siccatives elle a été de 106 *degrés*; enfin qu'avec les les huiles grasses, l'augmentation de chaleur n'a été que de 45 à 60 (*acad. r. des sc. ann. 1780*). Il me semble que cette inégalité d'effets, qui se rapporte assez bien aux différentes espèces d'huiles, dépend plutôt de la quantité de chaleur qu'elles ont la propriété de fixer, que de la quantité que fournit l'acide vitriolique pendant sa combinaison, & qui est vraisemblablement toujours la même.

L'acide vitriolique s'unit à l'esprit-de-vin. Je ferai connoître les produits de cette union aux articles ALCOHOL VITRIOLIQUE, ou esprit-de-vin dulcifié, & ETHER VITRIOLIQUE.

Cet acide a quelque action sur les mucilages, indépendamment de celle qu'il exerce sur eux lorsqu'il les noircit à raison de sa grande concentration. Si on verse cet acide délayé dans une solution aqueuse de gomme arabique, les liqueurs se mêlent; le mêlange acquiert, même assez promptement par l'agitation, une odeur vineuse très-marquée, qui, malgré sa vapidité, se fait encore reconnoître long-temps après; & à doses égales, les caractères sensibles de l'acidité sont bien plus affoiblis que par l'eau pure.

L'acide vitriolique dissout *l'indigo*. M. Wenzel a observé que 240 grains d'acide vitriolique (dans lequel il estimoit qu'il pouvoit y avoir 189 grains d'acide le plus fort, & 51 grains d'eau) prenoient à la chaleur de la digestion 24 grains de pierre d'indigo pulvérisée. L'acide s'échauffa d'abord un peu de lui-même; au bout de quelques minutes, le mêlange ressembloit à une bouillie noire; deux jours après, la dissolution fut étendue d'eau, & pour lors elle prit une belle couleur bleue. Le cuivre ne précipite pas l'indigo; mais si on jette dans la dissolution vitriolique d'indigo du cuivre précipité par l'alkali, il y a une grande effervescence, & la couleur de la dissolution est très-altérée. L'acide vitriolique uni à la terre alumineuse n'attaque pas l'indigo, ce qui vient, suivant M. Wenzel, de ce que ce végétal exige pour sa dissolution un acide très-concentré, & qu'il n'a point d'affinité avec l'alumine. Ce Chymiste conclut de ces deux observations, que la place de l'indigo, dans la série des affinités de cet acide, est entre le cuivre & l'alumine; mais je me suis déjà expliqué sur le système d'après lequel il construit ses tables. *Voyez* AFFINITÉ.

L'acide vitriolique foible n'attaque pas le principe terreux de l'indigo, la liqueur prend une couleur jaune tirant au rouge, ce que M. Hecquet d'Orval attribue à la dissolution des parties mucilagineuses. (*Savans étrang. tom. IX, p. 128.*) Dans un flacon où je conservois cette dissolution, j'ai vu se former à la longue des aiguilles soyeuses sur les parois.

L'acide vitriolique coagule le lait, mais il retient en dissolution une portion de la matière caséeuse; & même, suivant M. Schéele, huit parties d'eau, dans laquelle on a mis un peu d'acide vitriolique, dissolvent à l'aide de la chaleur une partie de fromage.

Versé sur le blanc de l'œuf, cet acide le cuit sur-le-champ au dur, & si on a employé un acide bien rectifié, la liqueur prend une belle couleur rouge qui devient de plus en plus foncée, à mesure que l'acide agit sur le phogistique de cette substance animale: M. Schéele croit que c'est la matière calorifique qui se fixe dans le blanc d'œuf, qui lui donne sa consistance lorsqu'il est cuit. (*Mém. de Chym. part. 2, page 57.*)

ACIDE VITRIOLIQUE FUMANT *ou* GLACIAL. L'acide dont il va être question dans cet article n'est ni de l'acide vitriolique rendu solide par le froid, & que j'ai nommé simplement *congelé*, pour éviter toute équivoque, ni de l'acide vitriolique *phlogistiqué* ou sulfureux volatil. Existe-t-il donc une espèce d'acide vitriolique qui ne soit ni l'acide vitriolique ordinaire, ni ce même acide congelé, ni l'acide sulfureux? Telle est la question que je dois examiner; elle étonnera ceux de nos Chymistes qui, faisant peu d'usage de l'acide retiré du vitriol de mars, ont eu peu d'occasion d'observer les phénomènes qui le font naitre; mais je me persuade que lorsqu'ils auront vu ce que les Chymistes allemands ont écrit sur ce sujet, & les expériences que j'ai tentées pour la résolution de ce problême, ils conviendront que c'est un des plus intéressans dont on puisse s'occuper, dans un moment où l'on ne craint plus de reporter un doute philosophique sur les anciennes hypothèses, où l'on saisit avec tant d'avidité les faits qui paroissent sortir de l'ordre commun, dans l'espérance de recueillir enfin le dernier trait de lumière que la Chymie paroît attendre des découvertes modernes pour établir une théorie solide.

Kunckel, Bohn & Neuman font mention d'une *huile de vitriol glaciale* d'un *esprit de vitriol fumant coagulé*; les deux premiers n'ont apperçu, dans cette manière d'être de l'acide, que l'effet de la concentration & du froid; mais le dernier l'a bien distingué de l'acide rendu volatil par la fêlure de la cornue: il commençoit déja à soupçonner q

cette propriété de fumer pouvoit avoir une autre cause; il demandoit s'il ne retiendroit pas quelque chose des parties inflammables du fer ou du cuivre; il ne se dissimuloit pas, enfin, qu'il y avoit une sorte de contradiction à dire que cet acide, fluide en été, se congeloit quelquefois par le froid en hiver, & en même-temps qu'il devenoit concret par la distillation à un grand feu, & qu'il en avoit obtenu & montré dans les plus grandes chaleurs de l'été; cependant il assuroit que cela étoit vrai, & pouvoit se concilier à certains égards. (*Tom. 4, part. 2, chap. 19, §. 207 & 233.*)

Boerhaave pensoit que l'acide vitriolique pouvoit-être privé d'eau par l'art & le froid; ainsi, il ne distinguoit pas l'acide glacial de l'acide congelé. (*De artis theoriâ, &c. de aquâ.*)

Scheffer attribuoit au phlogistique la fumée blanche qu'exhale l'acide distillé du vitriol; il enseignoit qu'en distillant l'acide vitriolique avec quelque huile essentielle, on obtenoit un *esprit de vitriol fumant.* (*Leçons de Chymie, &c. §. 12 & 14.*) Bergman, dans ses notes, ajoute qu'il n'est pas probable que le phlogistique seul puisse noircir l'acide vitriolique, puisque la poussière de charbon qu'on y mêle ne change pas sa couleur, aulieu qu'elle est sur le-champ altérée par un peu de matière huileuse.

J'ai déja annoncé que M. Hellot avoit fait connoître en France l'acide vitriolique glacial par la distillation du vitriol de mars calciné au rouge, & la manière de faire réussir cette opération par l'appareil des ballons enfilés. Ayant mis dans une cornue de terre six livres de ce vitriol, & soutenu pendant quatre jours sans interruption un feu de la dernière violence, il trouva dans les vaisseaux qui servoient de récipient, un acide qui étoit tout entier en forme crystalline & noire. Il avertit bien de la difficulté de retirer cet acide des vaisseaux, parce qu'aussi-tôt que l'air le frappe, il en sort des vapeurs si épaisses, que si l'on y étoit exposé seulement une minute, on seroit suffoqué, & qu'il doit être renfermé promptement dans des flacons qui bouchent parfaitement, parce que s'il communiquoit avec l'air extérieur, il se résoudroit bientôt en liqueur; mais on voit clairement qu'il ne le regardoit que comme un acide extrêmement concentré & phlogistiqué; car quoiqu'il remarque que la violence du feu emporte dans cette opération des parties ferrugineuses, il annonce précisément les vapeurs comme *sulfureuses*; il parle du principe inflammable que retient le vitriol calciné, & ne paroit pas même soupçonner que cet acide glacial puisse être rectifié & obtenu en crystaux blancs. (*Mém. de l'acad. roy. des sc. ann 1738, page 288.*)

L'opinion de M. Hellot a été suivie par la plupart des Chymistes, soit qu'ils n'aient pas senti l'importance d'un nouvel examen, soit qu'ils aient été arrêtés par les difficultés de l'opération. M. Baumé convient qu'il n'a pu le faire réussir; il est même tenté de soupçonner que le vitriol de M. Hellot contenoit quelque matière étrangère; cependant il dit avoir eu en sa possession un *acide vitriolique glacial ressemblant à du beurre d'antimoine rectifié, tant par la couleur que par la manière dont il étoit crystallisé, qui se liquéfioit à une chaleur bien inférieure à celle de l'eau bouillante; d'où il s'élevoit des vapeurs blanches qui avoient l'odeur de l'acide sulfureux volatil, dès qu'on débouchoit le flacon; qui s'est résous en partie en liqueur de couleur brune, & qui avoit d'ailleurs les propriétés générales de l'acide vitriolique ordinaire.* (Chym. expérim. Tome II, page 579.)

M. Weigel assure positivement qu'il ne suffit pas de rectifier l'acide vitriolique pour le rendre fumant, & qu'il en a fait lui-même l'expérience sur l'acide vitriolique anglois, mais qu'il est possible de donner ce caractère à un acide concentré qui ne l'a pas, en le faisant digérer avec le vingtième de son poids de soufre. Le même Chymiste a annoncé depuis qu'en rectifiant de l'acide vitriolique noir de Nordhausen, il avoit eu, dès le commencement, des crystaux en forme de plumes dans le récipient. (*Crell, Neuest. Entdekung. part. XI, page 100.*) Il croit que l'on peut attribuer ce phénomène à la saturation de l'acide par le phlogistique, portée à un certain point; cependant il accorde lui-même si peu de confiance à cette explication, qu'il est également disposé à regarder cette propriété comme dépendant de quelque sophistication de l'acide.

Meyer avoit vu de même le récipient se couvrir de ces crystaux dans une semblable rectification; il dit aussi avoir observé que quand on étendoit l'acide fumant de beaucoup d'eau, & qu'on le concentroit après cela, il n'étoit plus fumant.

M. Goettling a distillé $\frac{1}{2}$ livre d'acide vitriolique de Saxe fumant; l'opération fut arrêtée avant qu'il eût passé une seule goutte dans le récipient, & il étoit rempli de crystaux blancs en forme de barbes de plumes ou d'étoiles, qui pesoient 5 gros; le restant de l'acide ne donna plus de ces concrétions, non plus qu'une pareille quantité d'acide vitriolique anglois ou retiré du soufre.

Suivant M. Wéber, l'acide venant des fabriques où on le prépare avec le soufre, peut être porté au même degré de concentration sans être ni glacial, ni fumant.

Le célèbre Crell, qui avoit déja rassemblé une partie de ces faits pour faire sentir l'importance de la question, & mettre sur la voie de découvrir la cause de ces phénomènes, assure les avoir observés lui-même plusieurs fois dans la rectification de l'acide vitriolique. (*Neuest. Entdeckung. part. XII, page 244.*) C'est à l'invitation qu'il fit aux Chymistes de s'en occuper que nous devons la publication des expériences de M. Dollfusz, qui l'ont conduit à penser que l'acide vitriolique fumant étoit un sel propre à l'acide retiré

du vitriol. Ceux mêmes qui n'adopteront point cette conclusion avoueront qu'elles ont été dirigées avec sagacité pour répandre quelque jour sur cette matière, & c'est ce qui m'engage à les rapporter ici avec les principales circonstances.

Il étoit tombé, par hasard, de la sciure de bois dans une bouteille de huit livres d'acide vitriolique de Saxe; M. Dollfusz voulut le purifier par la distillation; il le mit dans une grande cornue de verre luttée, & donna d'abord un feu doux, qu'il augmenta par degrés. L'acide s'éleva très-limpide avec des vapeurs considérables; au bout de douze heures il recueillit à-peu-près 10 onces de liqueur, & ayant arrêté la distillation, il vit, une heure après, une belle crystallisation en forme de plume à la partie supérieure du ballon, qui formoit un relief à la surface de la liqueur, qui croissoit presque à vue d'œil, & paroissoit comme tricotée. Il laissa passer quelques jours avant de délutter ce récipient, ce qui n'empêcha pas qu'il ne s'en élevât à l'instant une fumée épaisse qui l'obligea de sortir pour respirer; il en détacha avec peine la matière concrète, & la fit tomber sur une soucoupe qu'il couvrit à l'instant d'un fort papier bleu; il ne tarda pas à la reprendre pour l'enfermer dans un flacon; mais les morceaux qui refusoient d'y entrer étoient si durs, qu'il ne put venir à bout de les briser dans un mortier de verre, & qu'il fallut employer le ciseau & le marteau; pendant toute cette opération, il fut fort incommodé des vapeurs, une fumée chaude enveloppoit ses mains, elle éteignit une chandelle. Cependant la couleur du papier qui avoit couvert la soucoupe ne parut pas altérée. Cet acide glacial ressembloit au surplus à du sel ammoniac.

Huit jours après, M. Dollfusz trouva l'intérieur du flacon couvert d'une végétation de petits crystaux prismatiques. Au bout de quelques semaines il voulut ouvrir le flacon, mais à peine eut-il soulevé le bouchon, que toute la chambre fut remplie d'une fumée épaisse; une grande partie des crystaux tomba au fond de la liqueur, & il ne s'en forma pas davantage: le bouchon ayant été exactement scellé avec du mastic, tout étoit encore dans le même état dix-huit mois après.

L'acide resté dans la cornue se trouva encore brun: M. Dollfusz en mit 24 onces dans une cornue de verre luttée, & distilla à feu nu; la première once de liqueur qui monta avoit une légère odeur sulfureuse, & étoit un peu fumante; elle fut séparée comme ayant été un peu salie par le col de la cornue; la distillation fut poussée à siccité, & l'acide recueilli dans un autre récipient se trouva blanc, du poids de 21 onces, & de la pesanteur spécifique de 1, 91. Il resta dans la cornue 2 grains de terre insoluble dans tous les acides.

On pouvoit imaginer que la sciure de bois avoit au moins contribué à augmenter la quantité de l'acide fumant; ce fut cette pensée qui détermina M. Dollfusz à entreprendre les expériences suivantes.

Il distilla au bain de sable une livre d'acide vitriolique de Saxe; à mesure que les vapeurs se condensoient, il vit le récipient se couvrir intérieurement d'une espèce de toile d'araignée; quatre heures après, il apperçut un sel différemment figuré, qui se groupoit en étoiles, d'abord à l'extrémité du col de la cornue, ensuite sur toute la surface du récipient, & qui garnit enfin jusqu'au col de la cornue d'étoiles superposées. Ayant remarqué, au bout de dix heures, que ce sel n'augmentoit plus, ce Chymiste enleva le récipient, fit tomber avec une baguette de verre le sel qui étoit dans le col de la cornue, & continua la distillation dans un nouveau récipient: les premières gouttes parurent encore se congeler, mais elles se remêlèrent bientôt à la liqueur qui survint, & il ne se forma plus de sel. M. Dollfusz essaya en vain d'en reproduire de semblable, en portant dans la cornue de la sciure de bois, il n'y eut pas la moindre trace d'acide vitriolique glacial, & il ne trouva dans le récipient qu'un acide vitriolique foible, non fumant & d'une odeur sulfureuse.

Dans l'espérance d'augmenter la quantité d'acide glacial, M. Dollfusz prépara une autrefois un mélange de $\frac{1}{2}$ livre d'acide vitriolique légérement chauffé, avec 30 gouttes d'esprit-de-vin rectifié, qui le blanchirent sur-le-champ; il le distilla, comme il avoit distillé l'acide vitriolique seul, & il n'observa pas le moindre changement dans les produits.

Ce Chymiste ne doutoit plus que l'acide vitriolique glacial fumant ne fût un sel particulier; cependant l'écrit de M. Crell réveilla son attention sur ce sujet, & l'engagea à de nouvelles expériences pour acquérir, s'il étoit possible, une conviction plus entière.

1°. Il distilla dans une cornue de verre une livre d'acide vitriolique de Saxe, dont la pesanteur spécifique étoit 1, 95 dans la vue de le déphlogistiquer, & donna tout de suite un feu capable de le faire bien bouillir. Lorsqu'il crut avoir fait passer l'acide volatil, il retira un peu la cornue du sable; l'acide y étoit blanc, & n'avoit plus la propriété fumante; il boucha promptement le récipient, d'où il sortoit une fumée insupportable; il le mit au froid, où l'acide fut bientôt pris, & il eut environ 2 onces d'acide glacial fumant.

2°. Il entreprit de distiller une demi-once de cet acide glacial sur une once de nitre pulvérisé dans une petite cornue de verre; mais à peine y eut-il ajouté le nitre, qu'il y eut pétillement, & la cornue fut brisée par l'abondance des vapeurs qui n'étoient cependant pas fort colorées.

3°. Il mit en deux fois, & avec précaution, 6 grains de cet acide glacial dans une dissolution de potasse affoiblie; dès que ces substances furent en contact, il y eut vive effervescence, avec fracas & dispersion d'une portion de la liqueur, quoique les bords du vase fussent élevés. Au reste, le mêlange ne se troubla point, & le peu de sel qui

s'y cryſtalliſa reſſembloit au vitriol de potaſſe ; cependant avec des différences encore plus marquées que le ſel polychreſte de glaſer.

4°. Il eſſaya en vain de diſſoudre un peu de cet acide glacial dans les acides nitreux & muriatique déphogiſtiqués ; ces fluides furent preſqu'entiérement diſperſés avec un bruit conſidérable.

5°. L'acide vitriolique reſté dans la cornue (no. 1) avoit perdu de ſa peſanteur ſpécifique, elle n'étoit plus que de 1,9105 ; M. Dollfuſz fit digérer cet acide (qu'il crut devoir nommer en cet état *déphlogiſtiqué*) pendant 12 heures avec le vingtième de ſon poids de ſoufre ; il en fit paſſer enſuite une moitié à la diſtillation, la liqueur du récipient ne ſe trouva pas plus fumante que celle de la cornue ; le ſoufre ſe trouva fondu en une maſſe, & n'avoit rien perdu ni de ſon poids, ni de ſes propriétés ; pendant la ſaturation de l'acide avec l'alkali, il n'y eut pas la moindre trace d'odeur hépatique. L'acide vitriolique anglois digéré de même ſur le ſoufre ne devint pas plus fumant.

6°. M. Dollfuſz diſtilla deux onces de cet acide déphlogiſtiqué ſur 48 grains de pouſſière de charbon, il avoit adapté au bec de la cornue un flacon pour avoir la facilité de le boucher tout de ſuite ; dès que la cornue fut échauffée, le récipient ſe remplit de vapeurs qui percèrent à travers le lut & qui étoient ſulfureuſes. Lorſqu'il eut fait paſſer environ une demi-once de la liqueur, il enleva le flacon & le boucha promptement ; deux heures après, les vapeurs étant condenſées, il l'ouvrit & trouva un acide foible, ſans couleur, d'une forte odeur ſulfureuſe, mais nullement fumant. La digeſtion ne réuſſit pas mieux que la diſtillation, ſoit avec l'acide de Saxe déphlogiſtiqué, ſoit avec l'acide vitriolique anglois.

7°. Il mit dans une cornue tubulée 3 onces d'acide de Saxe déphlogiſtiqué, & ayant adapté au bec de la cornue un flacon pour ſervir de récipient, il y ajouta peu-à-peu un demi-gros d'huile eſſentielle de thérébentine ; le mélange s'échauffa conſidérablement, le récipient ſe remplit de vapeurs, la liqueur s'éleva à une douce chaleur ; il en paſſa, en ſix heures, à-peu-près ½ once : le flacon fut pour lors ſéparé & bien bouché ; il fut ouvert deux heures après, & il s'y trouva un acide jaunâtre, d'une odeur ſulfureuſe, beaucoup plus piquante que dans les précédentes opérations, mais qui n'étoit pas plus fumant.

8°. Les mêmes acides furent mis en digeſtion avec de la ſciure de bois dans un vaiſſeau bouché ; ils prirent une couleur noire foncée, mais ſans devenir fumans.

9°. Le karabé en ſubſtance, ainſi que ſon huile, furent diſſous par ces acides en aſſez grande quantité, mais toujours ſans leur communiquer la propriété fumante.

10°. Enfin, un charbon ardent fut introduit dans un flacon contenant 4 onces d'acide vitriolique de Saxe déphlogiſtiqué, & le flacon bouché ſur-le-champ ; il reſta près d'une heure rempli de fumée ; lorſqu'elle eut entiérement diſparu, le flacon fut ouvert, l'acide avoit une très-forte odeur ſulfureuſe, mais il n'étoit pas fumant.

Ces expériences (dit M. Dollfuſz) prouvent évidemment que l'acide vitriolique glacial fumant, volatil, eſt un ſel excluſivement propre à l'acide retiré du vitriol, puiſque quand il eſt une fois déphlogiſtiqué (c'eſt-à-dire ſans doute, privé de la ſubſtance particulière qu'y porte le vitriol), il eſt impoſſible de lui rendre cette propriété.

On jugera, ſans doute, que M. Dollfuſz porte loin les conſéquences de ſes expériences ; elles prouvent aſſez bien que l'acide fumant eſt différent de celui que nous appellons phlogiſtiqué ; que les vapeurs qui lui communiquent ſi facilement l'odeur ſulfureuſe ne peuvent le rendre fumant, même en le ſuppoſant au plus haut degré de concentration ; & que l'acide dont on a retiré la portion d'acide fumant plus volatile ne manifeſte plus cette propriété, de quelque manière qu'on le traite avec les matières phlogiſtiques. Ce ſont autant de vérités qu'il importoit d'acquérir ; mais il n'en réſulte pas néceſſairement que l'on ne puiſſe obtenir de l'acide glacial fumant par d'autres procédés & ſans employer l'acide tiré du vitriol, ni, à plus forte raiſon, que l'acide fumant ſoit un ſel propre à l'acide tiré du vitriol.

D'autre part, M. Dollfuſz n'a interrogé l'expérience que dans des vues conformes à la pure doctrine de Stahl, ſans faire état de l'air vital acidifiant qui ſuffit à M. Lavoiſier pour expliquer tant de phénomènes analogues, qui, ſuivant nous, concourt à leur production tout auſſi eſſentiellement que le phlogiſtique ; il m'a paru intéreſſant de chercher de nouvelles lumières par cette nouvelle route, avant que d'adopter aucune concluſion. Voici les réſultats de quelques eſſais entrepris dans ce deſſein.

I. J'ai mis dans une cornue de verre 3 onces de chaux noire de manganèſe de Romanech, en Bourgogne, bien pulvériſée & 5 ½ onces d'acide vitriolique blanc concentré à 1,840 de peſanteur ſpécifique ; j'ai adapté au bec de la cornue un ballon portant ſiphon pneumatique (*fig. 6 des appareils pour les gas*), & j'ai diſtillé au fourneau de réverbère juſqu'à faire paſſer quatre onces dans le récipient. Dès que la cornue a été échauffée, j'ai ſenti diſtinctement une odeur fort reſſemblant à celle de l'acide muriatique déphlogiſtiqué, qui ſortoit par le bec du ſiphon que je n'avois pas encore engagé ſous la cloche. Les premières gouttes de la liqueur étoient très-épaiſſes, comme huileuſes, ne s'étendant ni dans le col, ni même

dans le fond du ballon : les gouttes qui succédèrent jusqu'à la fin étoient beaucoup plus fluides. Je recueillis, pendant l'opération, environ 200 pouces cubiques d'air vital très-pur, sans compter ce qui s'étoit perdu pendant la substitution des récipiens.

Dès que les vaisseaux furent un peu refroidis, je transvasai la liqueur du récipient dans un flacon; elle étoit blanche, & avoit toujours l'odeur semblable à celle de l'acide muriatique déphlogistiqué, quoique beaucoup plus foible que celle qu'exhale ce dernier acide, lorsqu'il est sous forme concrète.

Environ 12 heures après, je remarquai que la liqueur du flacon avoit déposé sur les parois & au fond, des milliers de très-petites bulles; je soulevai le bouchon, & j'apperçus distinctement une légère fumée qui en sortoit; au surplus l'odeur étoit la même.

Cette fumée & cette odeur se manifestèrent encore très-sensiblement le 3e. jour, lorsque je versai l'acide dans un cylindre de verre pour en prendre la pesanteur spécifique, qui ne se trouva plus que de 1,728.

Je trouvai dans la cornue une masse solide, d'un beau verd, à l'exception d'un cercle tout-à-fait blanc, qui étoit un peu plus élevé sur les parois. L'eau distillée froide, versée sur cette masse, la rendit sur-le-champ d'un brun foncé : la liqueur passa claire par le filtre; mais pendant l'évaporation il s'y fit un dépôt abondant de matière jaune. La liqueur ayant été de nouveau filtrée, donna, par l'évaporation spontanée, de très-beaux crystaux non colorés.

II. J'ai répété la même opération, en ajoutant dans la cornue une demi-once de fleurs de souffre : il a passé d'abord de l'air qui éteignoit la lumière, ensuite de l'air qui paroissoit un peu meilleur que l'air commun; enfin de l'air vital en aussi grande quantité que dans la précédente expérience. La liqueur du récipient étoit blanche & laiteuse; elle avoit une odeur sulfureuse assez marquée; mais n'étoit nullement fumante; mise dans un flacon, elle ne s'étoit pas encore éclaircie au bout de trois jours, & conservoit son odeur.

Je trouvai le sofure sublimé en masse d'un jaune clair, demi-transparent, dans le col de la cornue.

Le résidu formoit une masse blanchâtre; cette fois l'eau ne l'a pas rendue noire, mais la liqueur filtrée avoit un coup-d'œil vineux.

III. Je distillai encore 4 onces du même acide vitriolique sur 2 gros de soufre; il ne passa qu'un peu d'air commun légérement sulfureux; il se sublima une portion de soufre dans le col de la cornue; j'arrêtai alors la distillation, & je trouvai dans le récipient l'acide presque sans couleur & d'une très-foible odeur sulfureuse; la portion restée dans la cornue étoit blanche; il y avoit un globule de soufre, qui, de même que la portion sublimée, paroissoit n'avoir éprouvé d'autre changement que celui qu'il éprouve par la fusion sans combustion.

Je ne dois pas passer sous silence un accident qui changea absolument les résultats, la première fois que je procédai à cette opération, & qui est bien capable de faire sentir l'importation du choix des vaisseaux pour n'être pas induit en erreur. Lorsque l'appareil fut refroidi, je fus agréablement surpris de voir dans le récipient une masse blanche concrète au fond de la liqueur; mais aussi-tôt qu'il fut délutté, je reconnus qu'il n'y avoit absolument rien de fumant, mais seulement une très-foible odeur sulfureuse; au fond de la cornue il se trouva de même un peu de liqueur avec une pareille masse concrète, très-dure, dont la blancheur tranchoit avec la couleur jaune du soufre qui y étoit simplement adhérent & non mêlé; l'état de la cornue m'en fit soupçonner l'origine; toute sa surface intérieure, jusques dans une partie du col, étoit convertie assez profondément en un émail blanc qui ressembloit exactement à la porcelaine de Réaumur : elle avoit donc été attaquée; en effet, la masse blanche concrète se dissolvoit dans l'eau, & avoit tous les caractères salins.

IV. L'opération précédente fut répétée avec addition de 24 grains d'huile d'olive; il passa d'abord de l'air commun, ensuite beaucoup de gas sulfureux qui éteignoit la lumière, & qui étoit absorbé par l'eau, en la rendant sensiblement acide; le premier produit de la distillation étoit déja un peu coloré, le second étoit brun foncé; mais il n'y eut aucun indice d'acide fumant, & le soufre se sublima de même dans le col de la cornue.

V. Avant que de prendre un parti sur ces expériences, je voulus encore suivre dans toutes ses circonstances le procédé qui donne le véritable acide vitriolique fumant, & j'ai eu à m'applaudir de cette résolution. Je vais décrire exactement l'opération pour la commodité de ceux qui voudroient la répéter; les résultats sont faits pour piquer la curiosité, & je puis assurer qu'elle n'est ni pénible ni dangereuse.

J'ai pris quatre livres de vitriol de mars du commerce, & je l'ai fait calciner dans une poële de fer jusqu'à ce qu'il prit la couleur rouge du colcotar; ce qu'on obtient facilement en le laissant fumer long-temps avant de donner le grand feu, & remuant continuellement pour empêcher le sel de se fondre & de se pelotonner, & le repulvérisant lorsque cela arrive. Son poids se trouva réduit à 28 onces.

Cette calcination est une condition essentielle: J'ai manqué une fois l'expérience pour n'avoir pas fait assez calciner le vitriol; il est vrai que j'avois employé du vitriol de fer provenant de mes expériences aérostatiques, mais il étoit en beaux crys-

taux, & je ne puis croire qu'il diffère assez du vitriol du commerce pour changer les résultats.

Les 28 onces de vitriol ainsi calciné furent mises dans une bonne cornue de grès, & la cornue placée sur une assiette de terre garnie d'un peu de sable, au fourneau de réverbère; j'adaptai à la cornue un grand récipient portant siphon pneumatique, comme il est dit ci-dessus (*expér. I*), & je donnai d'abord un feu doux que j'augmentai par degrés; lorsque le fond de la cornue commença à rougir, il passa quelques gouttes d'acide; cette distillation dura environ une demi-heure; les gouttes ne se succédant que très-lentement, quoique le feu n'eût pas diminué, on enleva le récipient & on en substitua un autre, toujours avec siphon pneumatique, dont on lutta bien les jointures avec le lut gras & vessie ficelée, & on poussa le feu; les vapeurs commencèrent à paroitre & à remplir le récipient.

Il ne passa encore dans les premiers instans, sous la cloche, que de l'air commun, ou qui paroissoit aussi bon que de l'air commun; il n'y en avoit pas eu d'autre depuis les huit heures du matin que l'opération avoit commencé. Vers les onzes heures, il passa un gas sulfureux qui éteignoit les lumières que l'on y plongeoit, & cela dura jusqu'à une heure & demie.

Depuis une heure & demie jusqu'à six, l'appareil n'a cessé de fournir de l'air vital, d'abord en petite quantité, puis si rapidement qu'il falloit au plus cinq minutes pour en recueillir une pinte, ce qui dura au moins deux heures; sur la fin, il ne venoit plus que par secousses à deux ou trois minutes d'intervalle, & se rallentit toujours de plus en plus, quoique la cornue fût rouge à blanc.

Dans tous les temps, cet air fut accompagné de gas sulfureux qui paroissoit, dans les cloches, d'un blanc de lait, qui rendit l'eau de la cuve très-acide, & qui eût pu être très-incommode si l'on n'eût pris le parti de le diriger sous la hotte de la cheminée par un tuyau, dans les intervalles de la substitution des récipiens pneumatiques.

Le lendemain, les vaisseaux étant absolument refroidis à la température de l'atmosphère (qu'un thermomètre, placé tout près du récipient indiquoit à $7\frac{1}{4}+0$), je reconnus que toute la liqueur qui étoit au fond du récipient formoit une masse glaciale ou concrète, à la réserve de quelques gouttes d'un fluide brun qui n'en faisoient pas la vingtième partie.

A l'instant que le récipient fut détaché de la cornue, il fut rempli de vapeurs blanches, & il en sortit un nuage de fumée épaisse, qui remplit le laboratoire, mais si peu malfaisante, que personne ne songea à en sortir, & dans laquelle on retrouvoit à peine quelque chose de sulfureux.

La masse s'étant détachée, à la faveur d'un peu de fluide qui y restoit, on réussit à en faire passer une partie dans un flacon, par le moyen d'un entonnoir.

On laissa tomber quelques gouttes d'eau sur l'entonnoir placé sur un autre flacon, pour faire couler les parcelles qui adhéroient à ses parois; le contact occasionna un sifflement pareil à celui d'un fer chaud qu'on plonge dans l'eau, & même beaucoup plus considérable; dans l'instant tout le concret disparut, ainsi que la propriété fumante; il n'arriva dans le flacon qu'un acide brun.

Le récipient ayant été rebouché sur-le-champ avec du liège, & bien garni de lut, la vapeur qui l'obscurcissoit ne tarda pas à se condenser, & alors on vit distinctement plus de deux cents *crystaux d'acide vitriolique glacial* que l'agitation avoit séparés de la masse & dispersés sur ses parois; ils étoient blancs, transparens, tous figurés régulièrement en tables quarrées, dont quelques-unes avoient plus de deux lignes de largeur, & environ $\frac{1}{2}$ ligne d'épaisseur; plusieurs étoient assemblés deux à deux par un de leurs angles réciproquement tronqués; il y en avoit enfin qui présentoient assez distinctement un biseau sur deux de leurs côtés en équerre, ce qui peut faire croire que les biseaux des côtés opposés sont en sens contraire. On conçoit que leur propriété fumante n'en permet l'examen qu'à travers le verre.

Il me fut facile de reconnoitre que la portion qui étoit tombée dans le flacon, & qui étoit encore presque en totalité solide, étoit formée des mêmes crystaux que j'observai en les faisant couler sur les parois.

Il n'étoit resté dans la cornue que 14 onces 6 gros d'une matière pulvérulente, absolument insipide, d'un gris tirant au noir, dans laquelle on distinguoit quelques grumeaux d'un rouge assez vif, & qui n'en faisoient pas la 30e. partie.

Tous les crystaux du récipient se sont conservés jusqu'à présent dans leur entier, quoique dans un lieu où le thermomètre s'est élevé plusieurs fois jusqu'à douze degrés, & il en eût été de même, à plus forte raison de la portion du flacon, si je ne l'avois sacrifiée aux expériences dont je vais rendre compte.

Ainsi, voilà un procédé bien simple pour obtenir en dix heures le véritable *acide vitriolique fumant glacial* dans sa forme crystalline régulière, la plus parfaite, & telle qu'elle n'avoit pas encore été apperçue. On peut encore le perfectionner en faisant passer le siphon du récipient dans un grand flacon rempli d'eau jusqu'à moitié, à la manière de M. Woulfe (*voyez* DISTILLATION), pour recueillir l'acide qui s'y condenseroit, & favoriser en même-temps sa séparation de l'air vital; mais il ne faudroit pas négliger d'interrompre la communication, dès que l'air de l'intérieur des vaisseaux commenceroit à être moins raréfié, sans quoi l'eau du flacon rentreroit dans le récipient, & tout seroit perdu.

On peut encore éviter l'embarras de sortir l'acide concret du récipient en saisissant le moment de

de refroidissement qui precède la congellation, ou pour mieux dire la crystallisation; on le transvaseroit encore fluide dans le flacon où on le laisseroit crystalliser en repos.

Enfin, il seroit à propos de distribuer la liqueur dans plusieurs petits flacons, afin de n'être pas obligé de sacrifier tout le produit à une seule expérience; car il n'est pas possible d'ouvrir les vaisseaux qui contiennent cet acide sans qu'il en échappe aussi-tôt une fumée épaisse, & par conséquent sans que les crystaux soient altérés, noircis & en partie résous en liqueur.

V I. Dès que j'ai été en possession de cet acide, j'ai tenté quelques essais pour découvrir ses propriétés.

1°. Un crystal mis sur du papier bleu n'y a d'abord laissé qu'une tache semblable à celle qu'auroit faite un peu d'huile noire, il l'a ensuite rougi; & jusqu'à ce qu'il ait totalement disparu, ce qui a été fort rapide, il n'a cessé d'être environné de fumée.

2°. Ayant présenté à l'orifice du flacon, ouvert pendant une minute, une lame de papier sur laquelle j'avois formé des traits avec l'encre de cobalt, pour observer, à la manière de M. Schéele, les progrès de la dessiccation de l'air, il m'a paru que la partie plongée dans la fumée devenoit verte.

3°. J'ai fait tomber dans un verre quelques crystaux de cet acide, & j'ai sur-le-champ placé sur ce verre une grande cloche dont les bords inférieurs s'enfonçoient sous l'eau: la cloche fut bientôt remplie de vapeurs qui se dissipèrent assez promptement. Au bout de 24 heures, il n'y avoit point eu d'absorption sensible; une mesure d'air pris sous la cloche & mêlé à partie égale de gas nitreux dans l'eudiomètre de M. Fontana, il y a eu diminution de volume de o, 26, ou 52 degrés sur les deux mesures; une chandelle a brûlé dans cet air absolument comme dans l'air commun.

4°. J'ai enfermé le flacon sous une cloche de verre dont le bord inférieur plongeoit dans le mercure, & j'ai enlevé le bouchon: à l'instant la fumée a commencé, & on la voyoit distinctement former un ruisseau ou une nape de fluide, s'écoulant continuellement sur l'un des côtés du goulot du flacon qui étoit un peu incliné, & descendre sur le mercure le long des parois de la cloche, au-lieu de s'élever, ce qui dura plus d'une demi-heure; ensuite on vit monter quelques vapeurs dans le dessus de la cloche, mais rares & ondulant en filets, & qui disparurent bientôt.

Vingt-quatre heures après, je rebouchai le flacon, je le tirai de dessous la cloche, & j'essayai l'air qu'elle contenoit; une chandelle parut y brûler presqu'aussi-bien que dans l'air commun; cependant il ne donna à l'eudiomètre que 40 degrés ou o, 20 d'absorption pour la totalité du mélange à partie égale de gas nitreux; ce qui me parut devoir être attribué au gas produit par la dissolution d'un peu de mercure, car il étoit sensiblement mouillé d'acide, ainsi que toute la surface extérieure du flacon. Il faut sur-tout remarquer que l'air de la cloche n'avoit été nullement diminué, & qu'au contraire, il s'en étoit spontanément échappé quelques bulles, soit à cause du gas produit par la dissolution de mercure, soit par l'effet de la dilatation occasionnée par le changement de température.

§.

En réunissant ces expériences à celles que j'ai rapportées des autres Chymistes, & particulièrement celles de M. Dollfusz, il me semble que si l'on ne peut pas encore rendre compte de tous les phénomènes, on peut du moins prononcer plus affirmativement sur la vraie nature de *l'acide vitriolique fumant*.

J'ai eu raison de dire que ce n'étoit pas de l'acide congelé, il n'y a plus le moindre doute à ce sujet; celui-ci n'acquiert pas une forme régulière, il n'acquiert pas la forme solide à 7 degrés au-dessus de zéro, il ne la conserve pas à 12, il ne fume pas, il ne se fond pas subitement à l'air.

Ce n'est pas de l'acide phlogistiqué ni surchargé de phlogistique ou de soufre: on a vu que l'addition du soufre & de l'huile, soit ensemble, soit séparément, n'ont rien produit qui approchât de l'acide fumant.

Ce n'est pas non plus l'acide glacial observé par MM. Bernhardt, Priestley, Lavoisier, Cornette, &c.; il donne des vapeurs rouges; il exige, pour sa préparation, de l'acide nitreux; la liqueur qu'il fournit, en se dissolvant, tient toujours de l'acide nitreux; & ce qui présente une différence encore plus décisive, on peut le former avec l'acide vitriolique ordinaire, en l'imprégnant seulement de gas nitreux. *Voyez* Acide nitreux glacial.

Qu'elle est donc la nature de l'acide vitriolique fumant? Je réponds que c'est tout simplement de l'acide ordinaire crystallisé par la privation de l'eau surabondante à son état salin. Si on ne l'obtient que par la distillation du vitriol de mars, c'est que l'on ne connoît, jusqu'à ce jour, aucun autre moyen qui soit également approprié à l'objet de lui enlever cette eau superflue. En effet, lorsqu'on traite à la cornue l'acide seul, pour le déflegmer en faisant monter l'eau, il y a un degré de concentration que l'on ne peut point passer, c'est celui où la chaleur devient assez considérable pour faire monter l'acide lui-même avec l'eau. Mais ici tout se passe différemment; l'acide enchaîné par son affinité avec la terre métallique laisse aller d'abord toute son eau surabondante; quand il en est une fois privé, il ne s'agit plus que de donner un degré de chaleur capable de décider sa volatilité, malgré la force qui le fait adhérer à la chaux martiale; alors

il s'élève en vapeurs. A mesure que cette chaleur, qui le tenoit en état de gas, se dissipe, il se condense sous forme de liqueur, parce qu'il a encore la quantité de chaleur nécessaire à sa fluidité saline : un degré de refroidissement de plus, il est converti en crystaux solides.

La propriété fumante qui caractérise cet acide s'explique bien naturellement dans ce système, par l'avidité avec laquelle il reprend un principe dont on n'est parvenu à le séparer qu'avec tant de peine. Je pourrois dire que la cause immédiate en est démontrée par mes expériences; car, puisqu'il reste de l'air capable d'entretenir la combustion dans les vaisseaux où il a cessé de fumer, il s'ensuit rigoureusement que ce n'est pas l'air lui-même qui exerce aucune affinité sur cet acide, & qui lui enlève son état crystallin: dès-lors ce ne peut être que l'eau qui est toujours en dissolution dans l'air, & cette observation peut nous faire juger, en passant, de la quantité qu'il doit en contenir. On sait qu'à l'instant du contact de l'eau avec l'acide, il se dégage toujours une grande quantité de chaleur, l'effet doit être d'autant plus intense, que l'union est plus rapide, ou pour mieux dire plus instantanée. On ne peut donc être étonné que la chaleur devienne assez puissante pour mettre en vapeurs l'acide même, à mesure qu'il est dissous; c'est lui qui forme la fumée, ou vapeur visible, quelquefois assez pesante pour s'écouler comme de l'eau, au sortir d'un flacon qui ne tient de ces crystaux qu'au tiers de sa hauteur, ainsi que je l'ai vu sous la cloche de l'appareil au mercure.

Il est possible que la fixité momentanée que l'acide acquiert par son adhérence à la chaux de fer ne soit pas la seule circonstance qui concoure au succès de l'opération; qu'il faille encore que la calcination du vitriol de mars dépouille ce sel d'une portion de phlogistique, qui feroit monter trop aisément l'acide; que cette calcination porte en même-temps à la chaux de fer un excès d'air vital, qui devient à son tour nécessaire pour aider l'acide réduit à l'état de siccité à s'élever, lorsqu'il sera lui-même chassé par la violence du feu. Tout cela est assez vraisemblable, & se concilie très-bien avec l'explication que j'ai donnée du phénomène; on ne concevroit même pas autrement d'où viendroit cette prodigieuse quantité d'air vital qui se dégage pendant l'opération, que l'on peut évaluer sans erreur à plus de 1200 pouces cubiques pour 28 onces de vitriol calciné, & qui surpasse par conséquent de beaucoup celle qui est naturellement unie au fer dans son état de dissolution vitriolique. Si l'air vital, si abondant dans la chaux de manganèse, n'a rien produit dans la première expérience, la raison en est évidente : l'acide ne se trouvoit pas réduit d'avance à l'état de siccité.

J'avouerai que lorsque je vis d'un côté cette grande quantité d'air vital, de l'autre côté l'acide en crystaux solides, je fus un moment flatté de l'espérance de tenir séparément la base acidifiable pure, ou presque pure, & le principe acidifiant; mais je ne tardai pas à être désabusé par l'expérience. Dans cette supposition, les crystaux que je considérois comme le radical vitriolique, devoient porter leur action sur l'air respirable, & réduire l'air commun à la portion d'air nuisible ou phlogistiqué ; rien de tout cela n'est arrivé : il est donc démontré que dans cette opération l'acide n'avoit rien perdu de son principe acidifiant, qu'il en étoit sorti avec toute la quantité d'air vital qui peut entrer dans sa composition, en un mot que *l'acide vitriolique fumant est un sel acide parfait, crystallisé par abstraction de toute eau surabondante.*

Quelque satisfaisante que paroisse cette conclusion, je ne dois pas dissimuler qu'elle ne peut servir à rendre raison de l'un des faits observés par M. Dollfusz. En effet, on a vu que lors de ses distillations de l'acide vitriolique de Saxe, la portion fumante & glaciale s'étoit élevée la première, & avoit laissé dans la cornue un acide plus aqueux qu'auparavant & nullement fumant : l'acide fumant est-il donc plus volatil que le non-fumant? est-il plus volatil que l'eau qui le tient actuellement dissous ? le premier peut-il se trouver mêlé au second sans perdre ses propiétés caractéristiques, ou dumoins sans les communiquer? Comment concevoir enfin qu'il abandonne si facilement une portion d'eau surabondante à l'acide qui demeure, tandis qu'il la reprend avec tant d'impétuosité à l'air qui le touche? Quand on s'arrête à ces phénomènes, on est moins surpris que M. Dollfusz ait imaginé des les attribuer à l'existence d'un sel particulier; ils sont tellement éloignés de tout ce que j'ai eu occasion d'observer, que jusqu'à ce que j'aie réussi à les produire en redistillant l'acide que j'aurai moi même retiré du colcotar, je serai tenté de croire que mon acide fumant est en effet différent de celui de M. Dollfusz Pour y parvenir, j'ai fait servir à un premier essai l'acide glacial qui avoit été préparé, en 1777, au laboratoire de l'académie, en suivant le procédé de M. Hellot, & que je me rappellois très-bien avoir vu, sinon en crystaux, dumoins en consistance glaciale, & possédant à un certain point la propriété fumante; il s'étoit résous par le laps de temps, & parce qu'il avoit été souvent débouché, en une liqueur noire, épaisse; je l'ai distillé dans une cornue de verre, avec l'attention de changer plusieurs fois de récipient, mais aucun des produits n'a donné la moindre apparence ni d'acide concret, ni d'acide fumant. Ce peu de succès m'a déterminé à sacrifier à une nouvelle expérience les crystaux qui me restoient dans un flacon; je l'ai laissé débouché pour que l'acide concret, se résolvant en liqueur, fût exactement dans la même condition que celui de M. Dollfusz; cette opération paroissant devoir être très longue, j'imaginai de tenir le flacon renversé au-dessus d'un vaisseau où j'avois mis quelques gouttes d'eau; chaque fois qu'il y tomboit

quelques cryſtaux, on entendoit un *frémiſſement* très violent; mais ce qui étoit plus remarquable, étoit de voir la vapeur griſe, aſſez épaiſſe, s'écouler continuellement par le goulot du flacon, comme une liqueur peſante qui tomboit, & ſe condenſoit ſi facilement dans l'eau du vaiſſeau inférieur, qu'on pouvoit s'en approcher impunément ſans en être le moindrement incommodé. Quand tout l'acide fut ainſi rediſſous, je le mis dans une cornue, & je diſtillai dans pluſieurs récipiens; mais je n'eus encore que de l'acide fluide, plus ſulfureux dans les commencemens, moins odorant ſur la fin, & pas la plus légère trace, ni de glacial, ni de fumant.

Avant que de quitter cette matière, j'ajouterai deux courtes réflexions qui pourront ſervir à généraliſer les conſéquences de quelques-uns des faits que m'ont préſenté mes expériences.

La *première*, c'eſt qu'il eſt aſſez ſurprenant que le ſoufre & l'air vital s'élèvent enſemble dans les mêmes vaiſſeaux, expoſés en même-temps à une très-forte chaleur, ſans que l'air vital ſoit abſorbé par le ſoufre, & celui-ci converti en acide, comme il eſt arrivé dans l'expérience II. On ſavoit déja que la manganèſe traitée avec le ſoufre donnoit un peu d'acide ſulfureux (*mém de M. Schéele, édit. fr. tome I, page 87*), & il y a toute apparence que dans notre opération il y a eu auſſi un peu de ſoufre converti en acide ſulfureux, mais la quantité en étoit à peine ſenſible. Quelle eſt donc la condition qui a manqué pour que tout l'air vital pût ſe combiner avec le ſoufre, pour qu'il ne ſe dégageât d'air vital libre que lorſqu'il ne reſteroit plus de ſoufre? Il ne me paroît pas facile de répondre à ces queſtions, en ſuppoſant, avec M. Lavoiſier, que l'acide n'eſt que le réſultat de l'union directe de l'air vital & du ſoufre non décompoſé.

La *ſeconde* réflexion a pour objet le parti que l'on peut tirer de l'état ſec cryſtallin de l'acide vitriolique, pour doſer la compoſition de ſes ſels, pour déterminer la quantité d'acide réel qu'ils contiennent, & rectifier d'une manière auſſi neuve que sûre des données encore peu certaines, & que le célèbre Kirwan croit devoir ſervir de baſes à la vraie théorie des affinités. En rempliſſant un petit flacon de notre acide, au moment où il eſt prêt à cryſtalliſer par refroidiſſement, on pourra prendre ſon poids abſolu, peut-être même le rapport de ce poids au volume, & comparer enſuite le poids des ſels neutres qu'il aura produits, quand ils auront été privés de toute eau de cryſtalliſation; comme il ſe retrouvera alors néceſſairement dans le même état, cette méthode donnera des approximations plus exactes, & par conſéquent très précieuſes.

Acide vitriolique mixte. Quelques Chymiſtes ayant reconnu que l'acide vitriolique mêlé avec l'acide nitreux, ou avec l'acide muriatique, manifeſtoit une action diſſolvante, qui n'appartenoit à aucun de ces acides ſéparément, j'ai cru devoir raſſembler ici leurs obſervations; tout ce qui tend à augmenter l'énergie de ces grands inſtrumens de diſſolution fait partie eſſentielle de la ſcience; & quand ces obſervations nous auront mis ſur la voie, nous trouverons peut-être le moyen d'en généraliſer les applications.

§.

L'acide vitriolique mixte nitreux ſe fait en mêlant tout ſimplement de l'acide vitriolique concentré avec de l'acide nitreux. M. Baumé a obſervé que lorſque le dernier étoit fumant, il perdoit auſſi-tôt beaucoup de ſa couleur, & que les vapeurs qu'il exhaloit étoient preſque blanches, de rouges qu'elles étoient auparavant. Quand l'acide nitreux eſt peu concentré & non phlogiſtiqué, le mêlange ne laiſſe pas que de donner des vapeurs, & même qui ont toujours l'odeur un peu ſulfureuſe. La chaleur qui ſe manifeſte vient de celle que l'eau abandonne pour s'unir à l'acide vitriolique; ce qui prouveroit au beſoin que c'eſt plus l'eau que l'acide qui laiſſe aller ce principe, & que l'eau en perd plus en s'uniſſant à l'acide vitriolique, qu'en s'uniſſant à l'acide nitreux.

MM. Tillet & d'Arcet ont fait bouillir, ſur des cornets d'or de départ, une liqueur compoſée d'une partie d'acide vitriolique & de deux parties d'acide nitreux, & ils ont obſervé que dans ces circonſtances l'acide nitreux acquiert plus de force pour attaquer l'or à la faveur de l'ébullition. *Voyez* Acide nitreux, §. VI.

On ſait encore que les huiles graſſes ne ſe laiſſent enflammer par l'acide nitreux qu'au moyen de l'addition de l'acide vitriolique. *Voyez* Acide nitreux, §. VII.

Il y a toute apparence qu'il ne ſe forme pas dans ces circonſtances une nouvelle compoſition acide différente, mais ſeulement que l'acide vitriolique s'emparant de l'eau de l'acide nitreux lui donne un degré de concentration que l'on ne peut obtenir que de cette manière.

Si l'on met, dit M. Wenzel, un peu d'acide vitriolique dans un matras, avec un morceau d'antimoine (en régule), qu'on y verſe goutte à goutte de l'acide nitreux, juſqu'à ce qu'on voie que le demi-métal commence à être attaqué, & que l'on place alors le matras au feu de ſable, l'antimoine, qui n'eſt ſoluble dans aucun de ces acides ſéparément, ſe diſſoudra promptement avec vive efferveſcence. (*Lehre von der verwandſchaft, &c. pag. 182.*) Au reſte, il y a toujours une partie du métal qui ſe précipite en poudre blanche, & la diſſolution eſt décompoſée par l'eau.

Cet acide mixte diſſout de même le zinc, le fer, le cuivre, le biſmuth, & même l'argent, lorſqu'il eſt ſuffiſamment délayé, & à l'aide de la

chaleur; il n'attaque pas le plomb, à moins que l'acide vitriolique n'y soit mêlé en trop petite quantité. Il convertit la plus grande partie de l'étain en chaux; il en est à-peu-près de même du mercure & de l'arsenic en régule.

Il n'est pas étonnant que les deux acides réunis dissolvent toutes les substances qu'ils pourroient dissoudre étant séparés; mais M. Wenzel remarque que la plupart des métaux s'y précipitent en chaux, de même que dans l'eau régale, tandis que la dissolution seroit entière si le dissolvant composé n'agissoit pas autrement sur eux que les acides séparés. Les Chymistes savent présentement que cet effet tient immédiatement à la trop grande calcination du métal; mais il ne me paroît pas aussi facile d'expliquer pourquoi cette calcination est portée plus loin par le mélange que par chacun des deux acides.

§.

L'*acide vitriolique mixte muriatique* se fait comme le précédent par simple mélange; pour peu que les acides soient concentrés, l'effervescence est bien plus vive avec l'acide muriatique; j'ai vu une fois le bouchon d'un flacon qui n'étoit rempli qu'au quart, s'élever jusqu'au plafond. Un mois après le mélange, l'air s'élance encore avec impétuosité & vapeur visible, ou plutôt fumée chaude, à l'instant qu'on débouche le flacon; & quoiqu'il ferme aussi exactement qu'il est possible, on trouve une liqueur sensiblement acide qui s'est rassemblée autour du bouchon dans la concavité du goulot renversé, & qui quelquefois est assez abondante pour s'écouler le long du flacon.

Il me paroît que ces effets ne doivent être attribués qu'à l'action même de l'acide vitriolique sur l'eau de l'acide muriatique, au moyen de laquelle ce dernier est réduit presque à l'état sec, & peut-être gaseux à la faveur de la chaleur qui se met en liberté pendant l'union de l'acide vitriolique avec l'eau. D'après cela il est aisé de concevoir pourquoi l'on trouve de l'acide muriatique foible autour du bouchon; c'est le produit du gas saturé de l'humidité de l'air. Il est encore tout simple que ce mélange agisse sur quelques substances avec plus d'énergie que l'acide muriatique ordinaire; on observe à-peu-près la même chose sur cet acide en état de gas, & ce procédé peut devenir avantageux dans quelques expériences.

M. Beaumé rapporte, d'après Boerhaave, qu'une petite quantité d'acide muriatique rend glacial l'acide vitriolique concentré (*tome II*, *pag. 578*). Ce seroit un phénomène bien surprenant que ce dernier pût-être privé de son eau par l'acide muriatique, mais cette expérience ne m'a pas réussi; il m'est seulement arrivé une fois d'obtenir sur-le champ une belle crystallisation en filets soyeux qui couvroient le fond du flacon; c'étoit du muriate d'étain, dont l'acide muriatique se trouvoit chargé, & sa crystallisation subite venoit de ce que l'acide vitriolique lui avoit repris son eau de dissolution.

L'illustre Bergman dit avoir employé avec avantage l'acide vitriolique mixte muriatique pour l'analyse par la voie humide de la mine d'étain, qui n'est attaquée par aucun des acides minéraux séparément, ni même par l'eau régale. Pour cela, on réduit d'abord la mine en poudre subtile par lévigation, on verse dessus de l'acide vitriolique concentré, & on fait digérer à grand feu pendant plusieurs heures. On ajoute ensuite un peu d'acide muriatique, & en agitant le mélange, on apperçoit une violente effervescence avec chaleur; une heure après, on ajoute de l'eau; & lorsque tout est déposé, on décante la liqueur claire. En répétant cette opération, il n'y a de résidu que la gangue pierreuse insoluble. Ce Chymiste admet ici la réunion des forces dissolvantes des deux acides, cependant il paroît aussi attribuer le principal effet à l'état de gas de l'acide muriatique. (*Dissertat. XXIV*, §. 10.)

Que l'on mette, dit M. Wenzel, de l'étain pur dans de l'acide vitriolique, que l'on y ajoute de l'acide muriatique jusqu'à ce qu'on voie que l'étain est attaqué; que l'on place alors le vaisseau sur le feu de sable, on aura une dissolution limpide, & qui ne se troublera pas, quoiqu'on l'étende d'une grande quantité d'eau distillée. Si les acides étoient très-concentrés, il y auroit une grande partie de l'étain qui paroîtroit simplement calcinée; mais en y ajoutant un peu d'eau, la dissolution finie, tout le précipité seroit sur-le-champ redissous. On observe les mêmes phénomènes si, aulieu d'acide muriatique, on met du sel ammoniac ordinaire dans l'acide vitriolique.

Suivant le même Chymiste, le bismuth qui, dans son état métallique, n'est pas attaqué par l'acide muriatique, s'il n'est très-concentré, qui l'est encore bien moins par l'acide vitriolique (excepté dans le procédé de la distillation), se dissout très-facilement & complettement dans ce mélange, & la dissolution peut être étendue de telle quantité d'eau que l'on veut sans donner le moindre précipité. Si on verse de l'acide vitriolique sur le magistère de bismuth, ou précipité fait par l'eau dans la dissolution muriatique, il est repris sur-le-champ, & la dissolution n'est plus troublée par l'eau. M. Wenzel explique ce fait, en disant que malgré les édulcorations répétées, le magistère de bismuth retient toujours de l'acide, de sorte qu'il forme avec l'acide vitriolique le même dissolvant mixte; mais il est probable que c'est l'excès d'acide qui détermine dans ce cas une dissolution permanente, & je ferai voir ailleurs que l'acide acéteux empêche de même la décomposition du nitre de bismuth par l'eau. *Voyez* ACÈTE DE BISMUTH.

M. Wenzel a encore essayé l'action de ce dissolvant sur l'antimoine en état métallique, & il a re-

connu qu'il le diffolvoit complettement. La diffolution peut être à un certain point étendue d'eau sans se troubler; mais si on en met davantage, l'antimoine se précipite sous forme de poudre grise. L'addition de l'acide vitriolique fait disparoitre ce précipité; il en faut d'autant plus, que la diffolution a été délayée d'une plus grande quantité d'eau.

La poudre d'algaroth, ou précipité du muriate antimonial par l'eau, se rediffout auffi complettement dans l'acide vitriolique, ce que M. Wenzel attribue encore au diffolvant composé; & il eft bien certain que ce précipité retient un peu d'acide muriatique, quand il n'a pas été lavé dans l'eau chargée de méphite de potaffe; mais il n'eft pas moins certain que c'eft toujours l'excès d'acide qui eft la vraie caufe de la diffolution.

On voit par-là que l'ufage le plus avantageux que l'on puiffe faire de ces fortes de diffolvans mixtes eft de les appliquer à l'analyfe des fubftances qui réfiftent à l'action des acides ordinaires. Il me paroît affez probable que dans le dernier l'acide muriatique fe trouve à-peu près dans la même condition qui le rend capable d'agir fur l'argent dans l'opération du départ concentré, ou par le cément royal: on pourroit donc effayer de perfectionner cette efpèce de départ par la voie humide, il deviendroit alors auffi commode & avantageux qu'il eft pénible & imparfait.

§.

M. Crell vient d'annoncer dans une lettre à M. d'Arcet, inférée dans le journal de phyfique, d'octobre 1785, qu'en diftillant l'acide vitriolique fur la manganèfe, on obtient un acide qui feul diffout l'or, l'argent & le mercure avec facilité. Mes expériences fur l'acide vitriolique diftillé avec la chaux noire de manganèfe, rapportées dans l'article précédent, m'ont en effet donné lieu d'obferver qu'il fe dégageoit, dans cette opération, beaucoup d'air vital, & même une odeur très-analogue à celle de l'acide muriatique déphlogiftiqué; ce que M. Schéele nous a fait connoitre de la diffolution de l'or dans l'acide muriatique déphlogiftiqué, sembloir bien indiquer une action de la chaux même de manganèfe fur l'or, mais je n'aurois pas foupçonné que l'acide vitriolique fimplement diftillé fur la manganèfe pût attaquer l'or fans contact immédiat du demi-métal.

Ce phénomène très important me paroît fe rapprocher de la diffolution par le concours de deux actions, ou d'un acide mixte, foit qu'il s'élève un peu de terre de manganèfe qui eft alors portée à l'état d'acide ou très-près de cet état, & capable d'agir fur l'or, comme la chaux d'étain, foit que l'énergie de l'acide vitriolique fe trouve feulement augmentée par la préfence de l'air vital que nous favons être principe acidifiant. Pour vérifier ces conjectures, il feroit bon d'examiner, 1°. fi l'acide vitriolique n'emporte pas réellement un peu de terre de manganèfe comme il arrive avec l'acide muriatique, 2°. fi l'acide vitriolique fimplement imprégné d'air vital pur n'auroit pas auffi quelqu'action fur l'or, dumoins à l'aide de la chaleur.

Acide vitriolique phlogistiqué, *ou fulfureux volatil*. Après ce que j'ai dit précédement de la manière dont l'acide vitriolique fe comporte avec les huiles, le foufre, le charbon & autres matières phlogiftiques, il me refte peu de chofe à ajouter pour faire connoitre la nature & les propriétés de l'acide que nous nommons phlogiftiqué.

I. Il y a diverfes manières de fe procurer de l'acide vitriolique phlogiftiqué: 1°. en faifant brûler du foufre lentement & foiblement; fi on expofe à la vapeur qui s'en exhale des linges trempés dans la diffolution alkaline végétale, il fe forme un fel neutre qu'on a nommé fel fulfureux de Stahl, parce que c'eft lui qui le premier l'a fait connoitre, & qui a indiqué ce procédé pour l'obtenir. C'eft celui qui, fuivant nos règles de dénomination, prend le nom de vitriol fulfureux de potaffe. Cette vapeur fulfureufe ne pouvant être recueillie commodément en quantité, on ne fait pas grand ufage de ce procédé, fi ce n'eft pour appliquer directement l'acide volatil à des fubftances fur lefquelles il peut à l'inftant même produire l'effet que l'on defire: c'eft ainfi qu'on foufre les étoffes de laine & de foie pour les blanchir, & les vins qu'on veut corriger.

Si on met dans une cornue du vitriol fulfureux de potaffe préparé à la manière de Stahl, qu'on y ajoute un acide végétal, par exemple, de l'acide tartareux, & qu'après y avoir adapté un ballon où on a mis un peu d'eau, on chauffe doucement au feu de fable, l'acide phlogiftiqué fe dégage & fe condenfe dans l'eau du ballon; c'eft de cette manière que M. Schéele l'a préparé pour effayer fon action fur la manganèfe, & c'eft la feule en effet qui convienne aux expériencees dans lefquelles il importe de s'affurer qu'il n'y a point de mêlange d'acide non phlogiftiqué, ni d'aucune autre vapeur.

2°. Stahl recommandoit pour le même objet de diftiller tout fimplement du vitriol de mars dans une cornue fêlée, & il eft bien certain que cela fuffit pour rendre l'acide fulfureux, du moins en très-grande partie; ce qui vient de ce qu'il s'introduit quelque peu de matière combuftible par la fêlure; mais il eft difficile que cette fente ne fe prolonge & n'occafionne à la fin la rupture de la cornue.

3°. La méthode la plus ufitée confifte à diftiller l'acide vitriolique fur des matières combuftibles. Cependant on a dû remarquer que toutes n'étoient pas également propres à phlogiftiquer l'acide; les huiles, les graiffes, les réfines, l'efprit-de-vin, &c. ont ici un grand avantage & opèrent même, à un

certain point à froid, ce que ne fait pas le charbon pulvérisé; l'effet est instantané avec le charbon ardent, & cela ne doit pas étonner. Le soufre seul, même au degré de chaleur où il se dissout dans l'acide, ne lui communique que foiblement cette propriété. Une goutte d'huile suffit pour phlogistiquer une quantité assez considérable d'acide, & dans ce cas il n'y a pas à craindre que la réaction subite occasionne quelque accident, quand même l'acide seroit concentré. M. Macquer rapporte qu'en voulant essayer l'action des acides sur les huiles, & ayant mis pour cela dans une cornue de l'huile d'olive avec de l'acide vitriolique affoibli d'une grande quantité d'eau, il y eut explosion qui brisa les vaisseaux, dès la première impression de la plus douce chaleur, & avant qu'il se fût dégagé du gas acide sulfureux; ce qui le porte à soupçonner que ce fut un dégagement subit, non de gas sulfureux, mais de gas inflammable qui occasionna cet accident. Ce phénomène mérite d'être de nouveau observé avant de chercher à en tirer des conséquences, mais il n'est pas inutile d'en prévenir ceux qui peuvent s'occuper de ces expériences.

M. Léonhardi pense que cette conjecture a été suffisamment vérifiée par les expériences de M. Priestley, qui n'a en effet obtenu que du gas inflammable lorsque son acide étoit délayé; mais ce phénomène, qui est bien connu dans la dissolution des métaux par l'acide vitriolique foible, doit être de nouveau observé avec l'huile, avant que de chercher à en généraliser les conséquences.

4°. Une des méthodes qui m'a paru la plus avantageuse pour obtenir l'acide vitriolique très-pur, & en même-temps très phlogistiqué, est de le distiller sur les substances métalliques qu'il n'attaque qu'à la chaleur de la distillation, telles que l'antimoine, le bismuth, le plomb, & même le mercure.

5°. M. Seehl a donné dans les transactions philosophiques de 1744, la description d'un procédé qui me paroit mériter attention, d'autant plus que M. Sedey a assuré depuis avoir répété ses expériences avec tout le succès annoncé par le Chymiste anglois (*de sulphure, &c. dissertat. Vienne 1766*). Il forma de l'hépar de soufre, soit avec la potasse pure, soit avec la potasse dissoute d'abord dans l'eau de chaux; il mit l'hépar sec dans une cornue tubulée, & versa dessus de l'acide vitriolique à plusieurs reprises; à chaque fois le récipient se remplit de vapeurs épaisses & sulfureuses; il y passa un peu de soufre en nature, & il s'éleva ensuite un acide volatil très-pénétrant.

6°. Enfin, on obtient l'acide vitriolique phlogistiqué en saturant l'eau de gas acide vitriolique, & il est constamment le même, soit que ce gas ait été préparé avec l'huile, soit qu'il l'ait été par le charbon ou les métaux. (*Voyez* Gas acide vitriolique.) M. Priestley a observé que l'eau prenoit dix fois moins d'acide vitriolique pour sa saturation que de gas acide muriatique: dans cette supposition, 1000 grains d'eau, à la température d'environ 10 degrés, ne prendroient que 39,6 de gas acide vitriolique; car nous verrons à l'article Acide muriatique, que, suivant l'expérience de M. Kirwan, la même quantité d'eau prend, à cette température, 396 pouces cubiques de gas acide muriatique.

L'acide vitriolique phlogistiqué doit être mis dans des flacons qui bouchent aussi exactement qu'il est possible, encore ne s'y conserve-t-il pas long-temps. Je n'ai pas essayé de le tenir dans des vaisseaux fermés hermétiquement, mais il est très-probable qu'il n'y éprouveroit pas plus de changement que l'hépar de soufre en liqueur, & qu'ainsi son altération progressive ne vient que de l'imperfection des bouchons de crystal les mieux doucis. M. Pœrner assure même avoir conservé plusieurs années, sans la moindre altération, dans un flacon bien bouché, de l'acide sulfureux qu'il avoit obtenu d'un mêlange de deux parties d'esprit-de-vin, avec une partie d'acide vitriolique, en continuant la distillation après que l'éther avoit passé, & mettant de l'eau dans le récipient; procédé qu'il regarde comme le plus avantageux pour avoir cet acide très-fort.

II. Dans le système de Stahl, comme dans celui de M. Lavoisier, l'acide vitriolique sulfureux est également de l'acide vitriolique tenant du soufre; car il s'y reforme nécessairement, suivant le premier, par l'union du phlogistique avec l'acide; il s'y retrouve en nature, suivant le second, parce qu'il n'a plus toute la quantité d'air vital dont il a besoin pour se montrer en état d'acide. Mais on a déja vu que ces explications ne satisfaisoient pas à tout, & on en trouve ici de nouvelles preuves en s'attachant aux faits pour en déduire les conséquences directes.

La première de ces conséquences est que *l'acide vitriolique phlogistiqué ou sulfureux n'est autre chose que de l'eau imprégnée de gas acide vitriolique;* ce que l'on peut affirmer même de l'acide rendu sulfureux par tout autre procédé, dès que les propriétés sont absolument identiques; & ces propriétés ne varient effectivement que par la présence accidentelle d'une portion d'acide non sulfureux, tout de même que si, après avoir formé l'acide sulfureux par imprégnation, on le mêloit avec de l'acide pur. C'est pour éviter ce mêlange & la confusion d'effets qu'il pouvoit produire, que le célèbre Schéele a imaginé le procédé que j'ai décrit.

Il ne s'agit donc plus que de savoir ce que c'est véritablement que le gas acide vitriolique. Seroit-ce de l'acide lui-même privé d'eau & mis en état gaseux par sa combinaison avec la matière de la chaleur? Il est bien certain que le principe calorifique entre essentiellement dans la composition aériforme,

il entre peut être aussi dans la composition sèche des acides; on fait qu'en s'unissant à l'eau ils produisent de la chaleur. Cependant il ne faudroit pas conclure de là que le gas acide sulfureux n'est que de l'acide uni au calorifique; M. Priestley a vérifié qu'on n'en obtenoit point par la seule application de la chaleur en vaisseaux clos. Une observation curieuse de M. Westrumb en fournit encore une preuve bien décisive: ce Chymiste ayant versé, en une seule fois, 240 grains d'acide vitriolique sur 20 grains de magnésie calcinée, il se développa une chaleur capable de produire des étincelles & une flamme vive; cependant, les vapeurs qui s'élevèrent n'avoient rien de sulfureux. (*Crell, annal. 1784, Tom. II, page 432.*)

On ne seroit pas plus fondé à penser que le gas acide sulfureux est exactement à l'acide vitriolique ordinaire ce qu'est le gas acide muriatique à l'acide muriatique, il y a ici des différences très-marquées qui nous avertissent de l'influence de quelques causes particulières. Le gas muriatique produit avec l'eau de l'acide muriatique ordinaire, & le gas sulfureux produit un acide qui s'éloigne sensiblement de l'acide vitriolique ordinaire; le premier peut être absorbé par l'eau jusqu'au point de former l'acide muriatique le plus concentré; l'eau saturée du second n'approche nullement de l'état de concentration auquel l'acide vitriolique peut être porté. Il faut donc se borner à dire avec l'illustre Macquer, que le gas sulfureux est exactement à l'acide vitriolique sulfureux ce qu'est le gas acide muriatique à l'acide muriatique, & conclure ultérieurement que l'acide vitriolique, en devenant gaseux, prend autre chose que ce que prend l'acide muriatique qui passe à cet état; ou, si l'on veut, que celui-ci abandonne le principe modifiant en s'unissant à l'eau, ce que ne fait pas le gas sulfureux.

Quel est maintenant ce principe modifiant? Voilà le point de la difficulté. Si c'étoit du soufre, comme l'entend M. Lavoisier, il seroit fort inutile d'employer des moyens recherchés pour ramener à l'état de soufre une portion de l'acide vitriolique tout formé; il seroit bien plus court de mettre du soufre même dans l'acide, on seroit bien sûr alors qu'il y seroit par excès; & en lui appliquant la chaleur, toutes les conditions devroient évidemment se rencontrer pour produire le meilleur acide vitriolique: or, mes expériences & celles de M. Dollfulz prouvent que cela ne réussit pas, que le soufre se fond plutôt qu'il ne se dissout dans l'acide vitriolique bouillant, qu'ils peuvent s'élever ensemble par la violence du feu; mais que le soufre se dépose en sublimé, tandis que l'acide se condense par le refroidissement, & que le dernier n'a guères plus d'odeur sulfureuse que s'il eût été distillé seul. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE, §. *V*, *n. III*, & ACIDE VITRIOLIQUE FUMANT.

Ce n'est pas non plus du phlogistique dans le sens de Stahl, car il ne pourroit toujours que régénérer du soufre, & on ne seroit pas plus avancé pour comprendre pourquoi du soufre, ainsi régénéré, reste dissous dans l'acide refroidi & très délayé, pourquoi il le rend si odorant, si volatil, tandis que le soufre tout formé se refuse à cette combinaison.

Ainsi, nous sommes conduits par les faits à admettre, avec l'illustre Bergman, une substance qui serve de lien à la matière de la chaleur, pour mettre en état de gas permanent cet acide qui, tant qu'il est pur, se transforme seulement en vapeurs, comme l'eau par l'action du feu; qui, comme elle, retombe en gouttes par le froid: & c'est le phlogistique. (*Dissertat. XXXIII*, § 48.)

Le phlogistique admis comme intermède d'union du principe calorifique, il semble que l'on n'ait plus besoin d'autre chose pour concilier tous les phénomènes. On n'est pas embarrassé d'indiquer où l'acide prend ce phlogistique, puisque la présence de quelque matière pourvue du principe combustible, est une condition essentielle de l'opération qui le produit; puisque, dans quelques-unes de ces opérations, & particuliérement dans le cas où l'on emploie des métaux, il se dégage sensiblement une portion surabondante de ce principe en état de gas inflammable. Il n'y auroit plus à craindre que l'on pût objecter que dans cette supposition le phlogistique ne devoit encore servir qu'à reproduire du soufre: il est présentement bien connu que cela ne peut arriver qu'autant que l'acide perd en même-temps son air acidifiant, qu'autant qu'il y a en jeu une double affinité pour le lui enlever, & sur-tout que l'on n'obtient du soufre qu'à la faveur d'une très-grande concentration, même dans les cas où l'acide se trouve en contact avec une quantité considérable de gas inflammable surabondant. Toutes ces circonstances manquant à-la-fois, on ne doit pas être étonné que le phlogistique qui adhère lui-même à la matière de la chaleur produise une combinaison gaseuse avec une portion d'acide tout formé & sans le décomposer.

Cependant il peut se faire, il y a même quelque probabilité que le phlogistique ne sert pas seulement à enchaîner la matière de la chaleur, mais encore une portion de soufre, comme dans le gas hépatique. Toutes les circonstances qui peuvent fonder cette probabilité tendent aussi à fortifier plutôt qu'à affoiblir les preuves de la présence simultanée du phlogistique. Quand on verse de l'acide nitreux dans l'eau saturée de gas sulfureux, il opère même à froid, & l'on voit sur-le-champ s'élever des vapeurs rouges, parce qu'il porte sa première action sur le phlogistique; au lieu que s'il ne pouvoit changer ses propriétés qu'en décomposant le soufre, son action seroit infiniment lente, &, à vrai dire, insensible, sans le secours de l'ébullition. L'argument que fournit ici la différence d'action de l'acide nitreux sur le phlogistique & sur le soufre, devient bien plus fort, si l'on considère l'action de l'air vital sur les mêmes substances: tout le monde sait qu'il ne

les moyens de s'assurer de sa pureté & de le rectifier.

Il est assez souvent noirci par des matières phlogistiques; une addition d'eau distillée suffit pour lui rendre la limpidité, en précipitant les matières charbonneuses, par le changement de densité de la liqueur; l'exposition de cet acide à l'air libre, est encore un moyen sûr de le décolorer en facilitant l'évaporation du phlogistique; mais, parces procédés, la concentration de l'acide est diminuée à raison de l'eau ajoutée, ou de celle que l'air donne en échange du phlogistique qu'il attire. On pourroit s'en contenter vu que pour les usages internes on ne peut employer cet acide qu'affoibli par une quantité d'eau plus ou moins grande; mais comme on doit desirer sa concentration dans les occasions où l'on veut s'en servir en qualité de caustique, comme il est facile d'affoiblir le plus concentré, il vaut beaucoup mieux avoir recours à la distillation.

Par la distillation on parvient à le séparer & des substances plus volatiles, & des substances plus fixes qui s'y trouvent mêlées. L'acide vitriolique qui est à présent dans le commerce tient, comme on l'a dit précédemment, presque toujours de l'acide nitreux, du vitriol de potasse & quelques fois du vitriol de plomb formé par les parois des caisses dans lesquelles se fait l'opération.

En graduant la distillation, & changeant à-propos les récipiens, MM. de Lassone & Cornette ont fait voir que l'on recueilloit d'abord tout l'acide nitreux. Si on veut avoir un acide très-concentré, on sépare encore le produit suivant, qui est le plus aqueux: en augmentant le feu on a l'acide vitriolique blanc très-pur; les sels fixes restent dans la cornue.

Les propriétés médicinales de l'acide vitriolique pur sont, 1°. de neutraliser les humeurs alkalescentes & de s'opposer aux progrès de la putréfaction.

2°. De s'emparer du phlogistique lorsque l'ardeur de la fièvre, le jeu des vaisseaux, l'abondance des matières bilieuses, ou quelque autre cause phlogistiquante, ont développé ce principe avec excès dans la masse humorale, ou l'en ont surchargée.

3°. D'attirer l'eau dans laquelle nagent les molécules humorales & celle qui abreuve nos solides & entre dans la composition des fibres.

Par la première de ces propriétés, l'acide vitriolique est un antiseptique édulcorant, proprement dit, & un antiseptique prophilactique.

Il est, par la seconde, un antiphlogistique puissant, un tempérant nervin, un rafraichissant.

Il est, par la troisiéme, un édulcorant condensant des humeurs, un roborant resserrant des fibres, & conséquemment un apéritif, un astringent, un irritant, dont l'énergie peut faire un vulnérant caustique.

C'est sous ces différens points de vue que l'observation & l'expérience ont montré aux praticiens les plus célèbres l'acide vitriolique. Et c'est d'après la connoissance des indications qu'il étoit capable de remplir, que, Sydenham, Boerhaave, Mead, Huxam, Pringle, Vanswieten & une infinité d'autres médecins l'ont employé, & conseillé comme l'antiseptique le plus efficace dans les fièvres putrides, nerveuses & éruptives; dans les fièvres pourprées, dans celles des hôpitaux & des prisons; dans les varioles malignes, sur-tout dans celles où les malades rendent du sang par les selles & par les urines; dans le scorbut très-avancé; dans la maladie noire, & dans toutes les hémorrhagies par dissolution de la masse humorale.

Il est encore recommandé en qualité de neutralisant des âcres alkalescents, dans les coliques flatueuses, dans les douleurs d'estomac occasionnées par des digestions putrides.

Sa vertu rafraîchissante en fait admettre l'usage dans les fièvres ardentes non inflammatoires, dans les maladies d'échauffement sans tension vive des solides.

Sa propriété roborante, resserrante, dans tous les cas où le relâchement, sans trop grand épaississement des humeurs, entretient des évacuations immodérées & cause des cachéxies.

Cette même propriété & sa causticité, qui résulte de la forte attraction qu'il exerce sur les fibres, & de l'avidité qu'il a pour l'eau, engagent à à l'employer à l'extérieur, comme astringent, sur les vaisseaux sanguins ouverts; comme détersif, & léger escarrotique, sur les ulcères sanieux & gangréneux, & notamment sur les aphtes & les ulcères de la gorge & des gencives; dans les angines gangréneuses & dans les affections scorbutiques.

Comme il est difficile d'avoir un acide vitriolique d'une concentration déterminée, on ne peut pas fixer avec précision la dose de ce remède, & c'est toujours par la sensation que son mélange fait sur la langue, qu'on est obligé de la régler; & tout consiste à le mêler, jusqu'à une agréable acidité, à l'excipient qu'on a choisi.

On le donne avec cette attention dans des potions, dans des tisanes appropriées aux indications qu'on est dans l'intention de remplir.

En le mêlant à de l'eau & du sucre, on en fait une limonnade, qui a été adoptée parmi les formules des remèdes administrés dans les hôpitaux militaires, *voyez limonnade minérale*.

C'est encore jusqu'à agréable acidité qu'on mêle l'acide vitriolique aux gargarismes employés contre les maux de gorge gangréneux. Mais pour déterger les ulcères & les aphtes, on associe cet

acide, à dose assez forte, au miel rosat, *voyez mixtures détersives*.

En combinant l'acide vitriolique avec l'esprit-de-vin, on dulcifie cet acide, que l'on nomme alors vulgairement eau de Rabel. Le procédé à suivre pour cette combinaison & ses propriétés seront exposés au mot *alkohol vitriolique*.

Le premier produit de la distillation du vitriol imparfaitement calciné, ou qui ne l'a pas été, connu sous le nom de *rosée de vitriol*, n'a que les propriétés ordinaires de l'acide vitriolique, affoibli par une très-grande quantité d'eau. Ainsi, malgré les éloges fastueux de plusieurs anciens chymistes, cette rosée doit être assimilée à un esprit de vitriol très-foible.

Nous terminerons cet article par une observation que l'intérêt public rend bien importante. Plusieurs limonnadiers, pour épargner le suc de citron, ajoutent quelques gouttes de cet acide à la limonnade qu'ils distribuent dans leurs cafés. Nous avons reconnu encore que plusieurs vinaigriers augmentoient aussi l'acidité de leur vinaigre par le même moyen. Quoique cet acide, à doses rompues, ne soit pas généralement dangereux, il seroit nuisible à beaucoup de tempéramens, & dans beaucoup de circonstances : ce motif doit faire proscrire cette fraude ; & pour que l'on puisse la reconnoitre, nous allons proposer une expérience facile & décisive. Que l'on verse dans une limonnade, ou dans un vinaigre suspect, de la dissolution de muriate barotique : s'il n'y a point de précipité, ces liqueurs ne contiennent point d'acide vitriolique ; s'il y a un précipité, il ne décide pas encore que ce soit de l'acide vitriolique, parce qu'il y a d'autres acides, tels que les acides tartareux, oxalin, &c. qui précipitent de même la terre barotique : mais il est facile de reconnoitre les sels qui résultent de ces combinaisons, en ce qu'ils se dissolvent à un certain point, ou dans l'eau chaude, ou dans les acides végétaux, & qu'ils se charbonnent au feu ; au lieu que le vitriol barotique est absolument insoluble, & n'éprouve aucune altération par la voie sèche, qu'en passant à l'état d'hépar.

On peut faire la même épreuve d'une manière encore plus expéditive, en laissant tomber dans la liqueur suspecte quelques gouttes d'acète de plomb ou sucre de saturne ; s'il se forme un précipité que l'on ne puisse faire disparoitre par l'addition du vinaigre ni par l'acide saccharin, on peut conclure qu'il y a sophistication par l'acide minéral.

§.

L'acide vitriolique phlogistiqué est connu en médecine sous le nom d'*esprit-de-soufre*, quoiqu'il y ait, comme on l'a vu, bien d'autres manières de le produire qu'en le retirant de cette substance minérale. Il n'est réellement dans cette condition que quand il est nouvellement préparé, & s'altère très-promptement dans les flacons qui bouchent le plus exactement.

Cet acide a les mêmes propriétés médicinales que l'acide vitriolique ordinaire, mais à un degré bien inférieur, parce que sa combinaison avec le phlogistique affoiblit sa qualité irritante. Il peut être employé à plus grande dose, pourvu qu'il soit entièrement phlogistiqué, c'est-à-dire, exempt de mélange d'acide vitriolique ordinaire qui en porteroit la concentration à un degré dont il n'est pas lui-même susceptible. Mêlé à l'eau, à la quantité de quatre ou cinq gouttes par once, il donne une préparation qui peut être substituée à l'eau minérale gaseuse, ou chargée d'acide méphitique, dans les traitemens des maladies putrides, & qui agit comme antiseptique.

Acide volatil. Il paroît que quelques auteurs ont voulu comprendre sous cette dénomination un certain nombre d'acides, tels que l'acide vitriolique phlogistiqué, les acides tirés de quelques matières végétales âcres, les sels acides concrets qui se subliment comme les fleurs de benjoin ou acide benzonique, & en général tous les esprits acides qui montent à la distillation. Mais pour sentir combien cette division seroit vague & illusoire, il suffit de considérer que les acides les plus fixes deviennent volatils à un certain degré de feu, & dans certaines circonstances. L'acide du borax s'élève avec l'eau ; l'acide phosphorique a la faveur d'une portion de phosphore non décomposé, & peut-être d'un peu de matière calorifique ; l'acide vitriolique le plus pur peut être lui-même distillé en totalité. L'illustre Macquer a donc raison de dire que les acides volatils sont ceux qui ont plus de volatilité que les autres, & ce que nous appellons propriété différente n'est ici, comme en tant d'autres occasions, qu'un degré différent de la même propriété. Cela n'empêche pas qu'on n'en tire les mêmes avantages quand ces degrés sont assez marqués pour que le même effet ait lieu dans des temps sensiblement différens ; ainsi l'acide vitriolique peut être débarrassé de tout mélange d'acide nitreux, parce que celui-ci s'élève à une moindre chaleur. Il y a plus, MM. de Lassonne & Cornette ont fait voir que par une distillation graduée on pouvoit séparer complétement l'acide nitreux de tout mélange d'acide muriatique ; & qu'en arrêtant l'opération après avoir fait passer l'acide muriatique, l'acide nitreux restant dans la cornue ne précipitoit plus la dissolution d'argent. (*Mém. de l'acad. roy. des sc. ann. 1781, page 645*)

S'il y avoit une division à établir entre les acides par rapport à leur volatilité, ce seroit pour distinguer ceux qui s'élèvent à un feu de distillation plus ou moins fort, & ceux qu'il est impossible de distiller, parce qu'au degré de chaleur nécessaire pour les mettre en vapeurs, ils se décomposent, non pas seulement en partie, comme les acides acéteux, benzonique, gallique, &c. qui prennent

à la distillation une légère odeur d'empyreume sans autre altération essentielle, mais en totalité, comme l'acide tartareux; & sous ce point de vue les esprits acides empyreumatiques que fournissent les matières végétales & animales annoncent bien moins la volatilité des acides existans naturellement dans ces substances, que le caractère des nouveaux acides résultans de leur décomposition par le feu.

CONCLUSION

De l'article ACIDE, & ADDITIONS.

En finissant ce long article, que l'on peut considérer comme un traité complet des acides divisé en plusieurs chapitres qu'il est facile de rapporter au système méthodique des trois règnes, j'ai la satisfaction de pouvoir annoncer que tous les faits que j'ai recueillis, tous les phénomènes que j'ai décrits, toutes les discussions qu'ils ont amenées lorsqu'il a fallu en rechercher les causes, n'ont fait que confirmer les principes généraux que j'ai établis tout en commençant, sur la nature & les propriétés de ces substances actives, dont les produits aussi variés que merveilleux, constituent la plupart des corps qu'il nous importe de connoître, & qui fournissent à l'art ses plus précieux instrumens. Ainsi l'on a toujours vu les acides les plus simples naître de la combinaison d'un radical ou base acidifiable propre, de son genre, avec l'air vital, principe oxygine ou acidifiant commun; on a vu le phlogistique & l'air vital se succéder réciproquement dans ces bases, par l'effet d'une double affinité; on a vu, suivant la progression de ces échanges, les soufres devenir acides, les acides repasser à l'état de soufre, les chaux métalliques s'approcher de l'état d'acide ou reprendre le brillant du régule; & dans ces décompositions & recompositions alternatives, l'élément déplacé se manifester en état aériforme, ou en se fixant dans d'autres matières, y laisser des signes visibles de sa présence.

J'insisterai seulement ici sur trois observations que je n'étois pas encore en état de généraliser.

La *première* est que les acides qui n'altèrent pas seulement les couleurs végétales, mais qui les détruisent, me paroissent devoir cette propriété à la matière de la chaleur bien plus qu'à tout autre principe. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE PHLOGISTIQUÉ.

La *seconde* est que les acides qui méritent proprement le nom de *fumans* sont des acides simplement mis en état sec, qui agissent sur l'eau de l'air, sans agir sur l'air même; j'en ai donné les preuves à l'article ACIDE VITRIOLIQUE FUMANT.

La *troisième*, que les chaux métalliques peuvent être acides sans se dissoudre dans l'eau, puisque rendues solubles par une saturation imparfaite avec l'alkali volatil, leur propriété acide devient sensible par l'excès. *Voyez* ACIDE TUNGSTIQUE.

Je suis fort éloigné de penser qu'il ne puisse exister d'autres acides que ceux que j'ai traités; je prévois cependant que plusieurs Chymistes s'écrieront : voilà bien des acides ! je ne puis que les renvoyer à ce que j'en ai dit d'après les Bergman, les Lavoisier, les Schéele, &c. (*Voyez ci devant, page 31.*) S'ils veulent juger la doctrine de ces maîtres par les préjugés de l'ancienne école, & avant que de s'être mis au niveau de leurs connoissances, ce n'est pas pour eux que j'écris. Ce seroit sans doute une prétention bien puérile que celle de chercher à multiplier les êtres Chymiques déja trop nombreux pour nos foibles facultés; mais ou il faut dire avec une prétention encore plus imbécille qu'il ne reste rien à découvrir, ou il faut permettre d'annoncer comme des êtres nouveaux ceux qui diffèrent de tout ce qui étoit connu, qui ne peuvent y être ramenés par aucun des procédés dont l'art est en possession : en un mot, que l'on ajoute à la série de ces êtres, ou que l'on en retranche qui n'y avoient qu'un rang usurpé, la science marche également vers son but, quand c'est l'observation qui la conduit. Telles sont les vues que j'ai déja exprimées dans plus d'une occasion, & d'après lesquelles je vais encore *ajouter* & *retrancher*, en profitant de quelques expériences publiées depuis que l'impression de cette partie est commencée.

Règne minéral.

A l'exemple de plusieurs Chymistes célèbres, j'avois compté L'ACIDE SYDÉRITIQUE au nombre des *acides métalliques*; M Klaproth ayant prouvé que ce n'étoit que l'acide phosphorique uni au fer, je ne me suis plus occupé dans cet article qu'à faire voir le fruit que l'on pouvoit recueillir des expériences qui avoient trompé les Bergman, les Meyer, &c. & de celles qui avoient ramené M. Meyer lui-même à un point où il ne feroit jamais arrivé, sans la connoissance des phénomènes qui avoient déterminé son premier jugement.

Depuis l'impression de l'article ACIDE BORACIN, M. le chevalier Landriani a bien voulu me faire passer quelques bouteilles de l'eau du lac Cherchiaio; M. Maret s'est chargé d'en faire l'analyse exacte; elle a été publiée dans le second sémestre des mémoires de l'académie de Dijon pour 1784; il résulte de cette analyse que l'eau de ce lac tient en dissolution, par pinte, mesure de Paris,

D'acide boracin ou sel sédatif . . . 94,5 *grains.*
De calce, environ . . . . 3.

non compris un dépôt blanc-jaunâtre, doux au toucher, qui s'étoit fait dans les bouteilles & qui étoit formé.

De soufre pur . . . 51,792 *grains* } Aussi par
De terre alumineuse 61,208 } pinte d'eau.

Ces résultats étoient bien faits pour confirmer l'opinion que j'avois annoncée, que l'acide boracin étoit un acide propre, de son genre, différent de tous les acides connus, & probablement dégagé de quelques matières volcaniques, ou produit par quelque composition de diverses substances altérées par les feux souterreins.

Cependant MM. Exschaquet & Struve viennent de publier des expériences dont ils croient pouvoir conclure que l'acide du borax est *un mixte composé d'acide phosphorique, de terre vitrifiable & de matière du feu*, ou, comme ils la nomment, *feu fixé*, & qu'ils distinguent du phlogistique. (*Jour. phys. Tom. XXVII, page 116.*) Je ne m'arrêterai pas aux tentatives nombreuses que ces physiciens ont faites pour confirmer cette analyse par la synthèse, puisqu'ils sont obligés de convenir à la fin qu'ils ne sont pas parvenus à faire *du vrai borax*, mais seulement des sels qui en avoient *toutes les propriétés relatives aux arts*, c'est-à-dire, qui donnoient un verre propre à favoriser la soudure des métaux; ils supposent d'ailleurs que la terre alumineuse n'est qu'une modification du quartz, que les cendres contiennent de la terre argilleuse, que l'acide phosphorique décompose l'alkali pour s'unir à son principe terreux par l'intermède de la matière du feu, &c. les Chymistes exigent présentement, pour de pareils faits, d'autres preuves que celles que ces auteurs fournissent.

Pour ce qui est de l'expérience dans laquelle ces auteurs croient avoir décomposé l'acide du borax, elle est digne de fixer l'attention des Chymistes, quoiqu'elle laisse encore beaucoup à desirer. Ils ont traité dans une cornue de verre un mélange d'une partie d'acide boracin ou sel sédatif, de deux parties d'acide phosphorique en consistance de miel, & de deux parties d'eau; ils ont poussé la distillation jusqu'à faire rougir la cornue, & ils ont trouvé après l'opération, un résidu blanc terreux, surpassant en poids les trois quarts du sel sédatif employé: *cette terre n'étoit point fusible au feu ordinaire, elle n'avoit point de goût, elle ne se dissolvoit dans aucun acide; fondue avec l'alkali, elle présentoit les mêmes phénomènes que la liqueur des cailloux: elle paroissoit ainsi de même nature que la terre* quartzeuse ou *vitrifiable*.

J'ai voulu observer moi même une décomposition aussi curieuse; mais de tous mes essais, je n'ai recueilli que des doutes; & pour mettre le lecteur en état de les apprécier, je vais exposer la manière dont j'ai opéré.

J'ai mis dans une bonne cornue de verre 2 gros d'acide boracin avec huit gros d'acide phosporique, dont la pesanteur spécifique étoit 1,306, & qui avoit été retiré du phosphore par combustion lente, puis évaporé pour l'amener à un point de concentration qui répondît, autant que j'en pouvois juger, au mélange de deux parties d'eau avec deux parties d'acide phosphorique en consistance de miel. Il a passé d'abord dans le récipient un peu de flegme, bientôt après la liqueur devint blanche, & sur la fin de plus en plus épaisse. Cette liqueur paroissoit entrainer un peu de sel blanc sublimé dans le col de la cornue. Il faut remarquer que dans aucun temps le siphon pneumatique adapté au récipient n'a donné de gas, ni même de vapeurs sensibles. La cornue ayant été entretenue rouge pendant plus de demi-heure, on apperçut seulement dans cet intervalle, à la faveur de la nuit qui commençoit, une flamme phosphorique ondulant continuellement dans le col de la cornue, & qui paroissoit s'écouler par flocons, mais sans porter dans le récipient d'autres traces qu'une légère odeur de phosphore.

Les vaisseaux refroidis, je trouvai dans le récipient 5 gros 67 grains de liqueur qui avoit toujours l'apparence laiteuse, qui se comporta avec les réactifs absolument comme un mélange d'acide phosphorique & d'acide boracin.

Il y avoit dans la cornue 3 gros 21 grains de matière blanche, grisâtre sur les bords, qui paroissoit boursouflée en quelques endroits, & principalement dans le pourtour vers les parois. Cette matière étoit encore sensiblement acide, l'odeur phosphorique se développa au moment où elle fut arrosée d'un peu d'eau. J'essayai de l'édulcorer, elle se détacha assez facilement, elle commença même de se ramollir & de se diviser; mais voyant la difficulté qu'il y auroit de la dessaler complétement, je pris le parti de la mettre dans un creuset de hesse, & de l'exposer au feu de vitrification; elle ne perdit guère dans cette opération que le quart de son poids, elle ne parût avoir éprouvé aucun autre changement, étant toujours blanche, pulvérulente, & n'ayant pas même éprouvé un commencement de fusion, excepté quelques portions qui avoient coulé sur les parois du creuset, ou du moins qui adhèroient à sa surface intérieure comme un enduit vitreux.

Jusques-là, ces résultats semblent appuyer la conjecture de MM. Exschaquet & Struve; on pouvoit seulement soupçonner que le verre de la cornue avoit quelque part à ce produit, car on sait que l'acide phosphorique attaque le verre à l'aide de la chaleur, & j'avois en effet remarqué une altération très-sensible à la surface intérieure de la cornue dans toute la partie occupée par le résidu, laquelle étoit dépolie & raboteuse; cependant il étoit difficile de se persuader que la portion de verre enlevée pût modifier à ce point la totalité du résidu: ce qui m'a obligé de recourir à d'autres moyens pour déterminer sa nature.

Un fragment de ce résidu, ainsi poussé au feu de vitrification, essayé au chalumeau avec le phosphate natif ou sel microcosmique, s'y est dissous sans effervescence, mais bien plus facilement que la terre quartzeuse.

Un autre fragment s'est dissous tout aussi promptement dans le borax, & le globule est resté transparent.

Un troisième fragment, mis dans la cuiller de platine avec la soude, a fait effervescence; mais je n'ai pu le réduire globule vitreux à la manière du quartz.

J'ai mis dans un creuset de hesse 32 grains du même résidu avec pareille quantité de crystaux de soude frittés, & je l'ai tenu pendant une heure au feu de vitrification sous un plus grand creuset renversé. J'ai en effet obtenu par ce procédé un verre bien fondu, net & transparent, mais qui, à peine refroidi, étoit gras au toucher, & attiroit deja l'humidité de l'air au point d'altérer sensiblement le papier teint par le fernambouc. J'ai versé sur ce verre de l'acide nitreux tres-pur, rectifié à la manière de Meyer; il a été dissous assez promptement, & sans donner la moindre apparence de gelée, comme le fait en pareilles circonstances la liqueur des cailloux. Enfin, cette dissolution filtrée, & tenant de l'acide par excès, a précipité sur-le-champ les dissolutions nitreuses d'argent & de mercure, & la dissolution de muriate calcaire.

Les eaux qui avoient servi à édulcorer le premier résidu ont précipité le muriate calcaire, & attaqué le fer, à l'aide de la chaleur, comme l'acide phosphorique.

Le temps ne m'a pas permis de multiplier assez les expériences pour déterminer la nature & les quantités des parties constituantes de la matière restée dans la cornue; mais celles que l'on vient de voir suffisent, à ce qu'il me semble, pour engager à suspendre son jugement sur une décomposition que l'on n'est en droit d'affirmer qu'après avoir épuisé tous les moyens de la vérifier. Il y a lieu de croire que dans l'opération des Chymistes de Lausanne il se sublime d'abord plus ou moins d'acide boracin à la faveur de l'eau, & suivant qu'elle est plus ou moins abondante; que l'acide phosphorique est lui-même emporté à la distillati.n par une sorte d'affinité d'union avec l'ac de boracin; que le résidu de la cornue est un composé de ce qui reste des deux acides, & qui a la propriété de résister à la vitrification. C'est, je l'avoue, un phénomène bien singulier que deux substances, si facilement vitrescibles, produisent par leur union un composé invitrescible; mais au fond, cela ne répugne pas plus que la vitrification du quartz & du calce, l'un par l'autre, tandis qu'ils sont par eux-mêmes si réfractaires. Cela peut tenir d'ailleurs à l'état de base acidifiable auquel j'ai fait voir que l'acide phosphorique pouvoit être réduit de manière à n'être plus ni acide ni phosphore; dans cette vue on pourroit essayer si l'acide phosphorique, réduit d'abord en cet état, pulvérisé & mêlé à l'acide boracin en certaine proportion, ne donneroit pas aussi le même composé invitrescible; ce seroit probablement la voie la plus courte de tenter la résolution complette de ce problème intéressant.

Règne végétal.

L'acide saccharin, ou acide du sucre, a perdu par de nouvelles expériences le rang qui lui avoit été donné parmi les acides végétaux, & ne doit plus être regardé que comme un être identique avec l'acide oxalin; j'en ai donné le précis à l'article ACIDE VÉGÉTAL. On y trouvera aussi les analyses d'après lesquelles j'ai admis l'*acide malusien*, comme devant être distingué des autres acides propres à ce règne.

Règne animal.

J'avois d'abord eu le projet de rassembler dans un article particulier, sous le titre d'*acide zootique*, les faits nouveaux, bien plus multipliés, que j'ai à ajouter pour completter le système des acides du règne animal; mais l'emploi de ce terme pouvoit être querellé comme n'étant pas justifié par une utilité assez évidente, & cette réflexion m'a décidé à réunir ici tout simplement ces découvertes en forme d'*additions à l'article acide animal.*

On vient de prouver que l'acide ourétique ou du sel perlé n'étoit que l'acide phosphorique; on a reconnu que le calcul ou bezoard de la vessie étoit principalement formé d'un acide particulier; on a tiré du ver à soie un nouvel acide: quelques expériences ont commencé à démontrer que le suc gastrique étoit un dissolvant acide: enfin diverses observations ont constaté de nouvelles émigrations de l'acide phosphorique dans le règne minéral, de quelques acides végétaux dans le règne animal: développons successivement tous ces objets.

I. L'acide OURÉTIQUE ou *du sel perlé* ne doit plus être distingué de l'acide phosphorique; le célèbre Klaproth vient de démontrer l'identité de ces deux substances, & d'expliquer les phénomènes qui paroissoient résister à ce rapprochement. (*Crell, annal. 1785, part 1, page 238.*) Ce sont bien moins les difficultés de cette analyse qui ont retardé cette découverte, que l'opinion où l'on étoit que l'affinité du phlogistique avec certains acides étoit supérieure à celle de l'alkali, que les acides ne prenoient de toutes les bases que jusqu'à saturation, qu'ils ne pouvoient retenir en même-temps deux bases différentes, &c. On ne manquera pas de remarquer ici jusqu'à quel point les plus habiles Chymistes peuvent être aveuglés par ces préventions de doctrine, puisque le célèbre Rouelle avoit décrit, avec son exactitude ordinaire, quelques-uns des faits principaux qui ont éclairé M. Klaproth; qu'il en avoit ti.é précisément les mêmes conséquences, & que cependant ce fut lui qui, conservant des doutes sur ce qu'il venoit de rendre si évident, engagea M. Proust dans le travail d'une analyse plus recherchée, qui a fait croire depuis à l'existence d'un acide particulier. (*Voyez ci-devant, page 194.*)

Que l'on verse dans la dissolution du sel perlé, de la dissolution nitreuse ou muriatique de terre calcaire il se forme sur-le-champ un précipité qui

est de la terre des os régénérée, qui fait de même de la sélénite avec l'acide vitriolique ; c'est ce qu'a dit M. Rouelle dans les mêmes termes. M. Klaproth ajoute que ce précipité se fond sur le charbon avec lumière phosphorique, & que par le moyen de l'acide vitriolique on en dégage du véritable acide phosphorique: cette conséquence ultérieure se vérifie par le procédé qui est présentement en usage pour retirer le phosphore des os.

Que l'on prenne l'acide phosphorique le plus pur, c'est-à-dire, retiré du phosphore par combustion lente; qu'on le sature de soude, même avec un peu d'excès, on obtient un sel absolument semblable au sel perlé.

Veut-on amener ce sel à l'état de la substance décrite par M. Proust? Il suffit de lui reprendre l'excès de soude par le vinaigre, ou tout simplement d'y ajouter un peu d'acide phosphorique.

Si l'on met dans une dissolution de sel perlé un peu de phospate ammoniacal, fait directement avec l'acide phosphorique pur & l'alkali volatil, on retire par la crystallisation un sel tout semblable au phosphate natif de l'urine, ou sel microcosmique.

Maintenant, que l'on prenne du phosphate natif, ou tiré de l'urine à la manière ordinaire, ou préparé artificiellement avec l'acide du phosphore par le procédé qui vient d'être indiqué; qu'on l'expose d'abord au feu pour faire partir tout l'alkali, qu'on y ajoute ensuite assez de soude pour achever la saturation, on aura un vrai sel perlé.

Ainsi l'on peut à volonté transformer ces deux sels l'un en l'autre, ce qui démontre à-la-fois l'identité de leur acide, la nature & les proportions des bases qui les constituent en ces différens états, & que l'acide du sel perlé est tout aussi propre à la préparation du phosphore, avec la condition de le séparer d'abord de la base alkaline qui s'oppose par son affinité à ce qu'il abandonne son air vital pour s'unir au phlogistique. Ces faits bien éclaircis peuvent servir à vérifier la conjecture que j'avois proposée sur l'utilité du muriate de plomb dans le procédé de Margraf pour le phosphore (*voy. pag. 210*); car on sait présentement qu'en plusieurs circonstances les alkalis sont déplacés par les chaux métalliques: il est très-sûr que quand on verse de la dissolution de muriate de plomb dans la dissolution de sel perlé ordinaire ou phosphate de soude sursaturé, il se précipite sur-le-champ du phosphate de plomb; la même chose se passe vraisemblablement par la voie sèche.

Il n'est pas besoin de dire après cela qu'il ne sera plus question de sels ourétiques, & que ce qu'on appelloit sel perlé ne doit plus être considéré que comme un phosphate de soude sursaturé de sa base.

II. La découverte d'un acide dans le calcul est encore le fruit des travaux de MM. Schéele & Bergman. Le nom de bézoard ayant été appliqué à toute concrétion animale (*ancien. Encycloped. au mot bézoard*), il m'avoit paru tout simple d'en tirer l'expression d'*acide bézoardique ;* mais comme les vrais bézoards sont réellement d'une nature différente, cette dénomination n'eût pas été suffisamment appropriée. Pour prévenir toute confusion, je préfère la dénomination d'ACIDE LITHIASIQUE, dont la racine est consacrée par l'usage que les Chymistes & les médecins, qui ont écrit en latin sur le calcul, ont fait du mot *lithiasis*.

Paracelse regardoit les concrétions animales comme des substances moyennes entre le tartre & la pierre, dont la résine animale formoit la matière première ; &il n'admettoit point de différence entre les calculs de la vessie, qu'il nomme *duelech*, & les concrétions arthrytiques ou des goutteux, si ce n'est que les premiers étoient durcis par l'esprit d'urine, que les derniers tenoient plus de sel. *Vanhelmont*, après avoir longuement disserté sur cette matière, déclamé à son ordinaire contre l'école, & relevé les erreurs de Paracelse, conclut que le duelech est un coagulé anomal, né des sels de l'urine & d'un esprit volatil terreux, sans aucune matière visqueuse ni mucilagineuse, sans endurcissement progressif, & qu'il diffère absolument de la craie arthrytique qui n'est produite que par l'endurcissement de la synovie & l'acidification lente de cette substance visqueuse. (*De lithiasi, cap. 3.*)

Boyle avoit trouvé le calcul composé d'huile & d'une grande quantité de sel volatil ; Boerhaave y supposoit une terre subtile intimement unie aux sels alkalins volatils ; *Hales* avoit observé qu'un calcul du poids de 230 grains donnoit à la distillation pneumatique 645 fois son volume de fluide aériforme, & qu'il ne restoit qu'une *chaux* du poids de 49 grains: il crut pouvoir l'assimiler au tartre qui donne aussi une quantité prodigieuse de gas, & il en conclut que le calcul étoit un tartre animal.

On avoit bien quelques observations de médecins célèbres, tels que Alston, Whitt, Butter, de Haen, &c. sur la vertu dissolvante ou lithontriptique du savon, de l'eau de chaux & des alkalis; la préparation alkaline connue sous le nom de *nitre fixé* étoit sur-tout recommandée par Vogel & Meckel, & on savoit enfin que le lithontriptique de Jurin n'étoit que la soude caustique ou lessive des savonniers (*Murray, opuscula, &c. page 225*) : cependant l'opinion la plus générale étoit encore, il y a peu d'années, que les acides étoient le vrai dissolvant de ce bézoard, qu'il contenoit une terre soluble, ou même une terre animale tout-à-fait analogue à celle des os.

Telles étoient nos connoissances sur cette production animale lorsque MM. Schéele & Bergman

entreprirent séparément d'en faire un nouvel examen; je donnerai ici le résultat de leurs expériences, qui ont presque toutes été répétées dans les derniers cours publics de l'académie de Dijon.

Le bézoard de la vessie est formé, pour la très-grande partie, d'un acide concret particulier; pour s'en convaincre, que l'on réduise en poudre une pierre tirée de la vessie, soit unie & lisse, soit de celle qu'on nomme pierres murales, à cause de leur surface hérissée & raboteuse; que l'on fasse bouillir dessus de l'eau distillée, il y aura dissolution: 1000 grains d'eau bouillante en prendront 2,96 grains; la liqueur filtrée altérera en rouge l'infusion du tournesol; en refroidissant, elle en déposera la plus grande partie en très-petits crystaux. (*Mém. de Chymie de M. Schéele, édit fr. tom. 1, pag. 204.*) Leuvenhoeck avoit déja apperçu ce dépôt crystallin dans l'eau qui avoit bouilli sur une pierre de vessie calcinée. Ces crystaux sont l'acide lithiasique concret.

Suivant M. Schéele, le calcul se dissout à la fin complétement dans l'eau; traité à la cornue, il donne de l'alkali volatil, & un sublimé brun, qui devient blanc à une seconde sublimation, & qui n'est que le même acide concret volatil; 70 grains de calcul lui ont donné, dans cette opération, 28 grains de sublimé, & il est resté dans la cornue 12 grains de charbon noir qui a conservé sa couleur sur un fer rouge à l'air libre.

Le même Chymiste a encore observé, 1°. que l'acide vitriolique ne dissolvoit le calcul que lorsqu'il étoit concentré & à l'aide de la chaleur, & qu'alors l'acide vitriolique s'élevoit en état d'acide phlogistiqué: 2°. que l'acide muriatique n'avoit aucune action sur lui: 3°. que l'acide nitreux l'attaquoit même à froid; qu'il le dissolvoit entiérement & avec vapeurs rouges à l'aide de la chaleur, & que lorsqu'on faisoit cette opération dans une cornue, le gas qui s'en élevoit précipitoit l'eau de chaux dans le récipient: 4°. que cette dissolution par l'acide nitreux manifestoit toujours un acide libre; qu'elle laissoit sur la peau une tache d'un beau rouge; qu'elle devenoit elle-même rouge de sang quand elle étoit très-rapprochée, & que l'addition de quelques gouttes d'acide nitreux faisoient disparoitre cette couleur: 5°. que cette dissolution nitreuse n'étoit pas précipitée par le muriate barotique, & n'occasionnoit point de changement sensible dans les dissolutions métalliques: 6°. que cette dissolution n'étoit pas troublée par l'acide sacharin ou oxalin: 7°. que l'addition de l'alkali fixe portoit seulement sa couleur au jaune; que quand l'alkali y étoit abondant, le mélange prenoit une couleur rose à la digestion, & coloroit la peau; qu'il précipitoit alors le vitriol martial en noir, le vitriol de cuivre en verd, l'argent en gris, le muriate mercuriel corrosif, le zinc & le plomb en blanc: 8°. que l'eau de chaux donnoit dans cette dissolution un précipité blanc; que ce précipité bien édulcoré se dissolvoit dans les acides nitreux & muriatique, sans effervescence; que la liqueur manifestoit toujours un acide libre, & prenoit feu lorsqu'on l'évaporoit à siccité; que le précipité, calciné en vaisseaux clos, laissoit une matière noire, légère, soluble dans les acides avec effervescence: 9°. que le calcul n'étoit point attaqué par le méphite de potasse, même à l'aide de l'ébullition; mais qu'il se dissolvoit très-bien dans la potasse caustique; que cette dissolution étoit jaune, ne troubloit pas l'eau de chaux, étoit précipitée par tous les acides, même par l'acide méphitique, & décomposoit les dissolutions métalliques, & que lorsqu'il y avoit trop d'alkali, elle prenoit une odeur ammoniacale: 10°. que l'alkali volatil caustique dissolvoit pareillement le calcul; mais qu'il en falloit une grande quantité: 11°. que 1000 grains d'eau de chaux en dissolvoient 5, 37 par la seule digestion, & qu'elle en étoit de nouveau précipitée par les acides, du moins en partie: 12°. enfin, que toute urine, même des enfans, tenoit un peu de la matière du calcul; que le dépôt de couleur de briques de l'urine des fiévreux étoit de même nature; qu'il s'en séparoit par le seul effet du refroidissement, & qu'il pouvoit y être redissous par une chaleur suffisante.

Ces expériences présentent plusieurs conséquences importantes, soit par rapport à la composition du calcul, soit par rapport aux propriétés de son acide.

Par rapport à la composition du calcul, il y existe bien sûrement de l'alkali volatil; mais il n'en forme que la plus petite partie; c'est l'acide qui le constitue essentiellement, & un acide tout formé, puisqu'il est soluble à un certain point, & que l'eau qui en est chargée altère les couleurs comme les acides. M. Schéele y admet une matière gélatineuse animale, & il est bien certain que les vapeurs rutilantes qu'il donne avec l'acide nitreux, annoncent la présence d'une substance huileuse ou mucilagineuse, capable de fournir du phlogistique; mais il me semble que l'on risqueroit de se tromper en voulant estimer sa quantité par le résidu charbonneux trouvé dans la cornue après sa distillation; car la perte de $\frac{1}{2}$ du poids total constatée par sa comparaison avec la somme de tous les produits, annonce une décomposition d'une partie considérable de l'acide même qui a été réduite en ses élémens aériformes, & dont une portion convertie en acide méphitique a produit, avec le phlogistique, une vraie plombagine qui se décèle par sa résistance à l'incinération.

M. Schéele n'y a pas trouvé un atôme de terre calcaire, & ce point de fait lui a paru irrévocablement acquis dès que la dissolution nitreuse du calcul n'étoit point troublée par l'acide oxalin; M. Bergman regarde, en effet, cette preuve comme très-fidelle; cependant il a reconnu qu'elle pouvoit manquer dans certaines occasions, & lorsque l'acide oxalin, au lieu de précipiter la terre calcaire, formoit

formoit avec elle un sel triple; en effet, par le moyen de l'acide vitriolique il a précipité de la dissolution nitreuse du calcul une vraie sélénite qu'il a rendue plus sensible par l'évaporation de la liqueur, & qui lui a fait voir que le calcul & la pierre des reins tenoient incontestablement de la terre calcaire, mais qui excédoit rarement $\frac{1}{200}$. (*Mém. de Schéele, Tom. I, page 213.*) On trouve aussi une poussière calcaire lorsqu'on fait évaporer à siccité la dissolution nitreuse du calcul, & ensuite calciner au blanc le résidu.

Enfin, M. Bergman y a de même apperçu une substance blanche, spongieuse, qui ne se dissout point dans l'eau, qui ne fait que se diviser par l'ébullition, qui n'est attaquée ni par l'esprit-de-vin, ni par les acides, ni même par l'alkali caustique; qui donne au feu un charbon dont l'incinération est difficile, & que l'acide nitreux ne dissout pas même en état de cendre; mais elle y existe en quantité si insensible, qu'il n'a pu s'en procurer assez pour l'examiner.

On voit par-là jusqu'à quel point étoient dans l'erreur ceux qui ont cru si long-temps que le calcul étoit une concrétion calcaire, ou du moins de la nature de la terre des os, & on n'est plus surpris de l'inutilité de leurs tentatives pour prévenir sa formation, ou pour le dissoudre: *Toute recherche pour le soulagement de cette maladie* (dit l'illustre Bergman) *doit être appuyée sur la parfaite connoissance des propriétés de la pierre.* Il est maintenant bien prouvé que c'est l'acide concret qui fait ordinairement la plus grande partie des calculs; je dis *ordinairement*, parce que, quoique tous ceux que j'ai travaillés en assez grand nombre se soient trouvés de même nature, ainsi que ceux analysés par les deux académiciens Suédois, il peut arriver qu'on en rencontre accidentellement d'espèce différente. M. Tennant, de la société royale de Londres, vient de m'écrire que dans ses expériences sur les calculs de la vessie, il en avoit trouvé qui ne perdoient guère à la calcination que les deux tiers de leur poids, & dont le résidu formoit un verre transparent qui devenoit blanc en refroidissant. A en juger par ces phénomènes, ils doivent tenir une quantité assez considérable de phosphate calcaire avec surabondance d'acide; & quelque rare que soit cette espèce, il est bon d'être prévenu de la possibilité d'une pareille composition.

Sydenham, *Cheyne*, *J. A. Murrai*, & plusieurs autres médecins célèbres, ont pensé que le tuf arthrytique, ou la substance crétacée qui paroit aux articulations des goutteux, & que *Severinus* a vu quelquefois de la grosseur d'un œuf, avoit la plus grande analogie avec la matière du calcul; la plupart des raisons qui servoient à fonder cette opinion tombent aujourd'hui par l'analyse plus exacte du calcul. En rapprochant les observations qui peuvent être encore de quelque poids, il y a bien plus d'apparence que le tuf arthrytique est d'une nature toute différente. *Vanswieten* assure qu'il n'acquiert jamais la dureté du calcul, même après avoir été gardé pendant vingt ans. On lit dans *Schenckius* que ce tuf pulvérisé a pris corps avec l'eau connue du gypse. Les expériences de *Pinelli* sont sur-tout dignes d'attention. (*Transact. philosoph. 1728.*) Il a traité à la cornue 3 onces de tuf arthrytique, recueillies des articulations de plusieurs goutteux, & il a obtenu de l'alkali volatil avec quelques gouttes d'huile; le résidu pesoit 2 gros: il a essayé la dissolution de cette substance tophacée dans les esprits de corne de cerf, d'urine, de sel ammoniac, elle y est restée indissoluble; elle s'est dissoute au contraire parfaitement dans l'acide vitriolique, dans l'acide muriatique, & même dans le vinaigre distillé.

A la vérité, *Boerhaave* recommandoit les alkalis dans la goutte; *Fréd. Hoffman* n'a rien trouvé de plus efficace contre cette maladie que les eaux thermales de Carlsbad, & l'on sait qu'elles tiennent par pinte de Paris 59,2 grains de crystaux de soude; *Springsfeld* assure que le calcul se dissout très-promptement dans ces eaux, même dans l'urine de ceux qui en ont bu; d'autre part, *Alston* dit avoir administré avec succès l'eau de chaux aux goutteux; *Whytt* a vu le tuf arthrytique se ramollir en consistance de beurre, après avoir séjourné deux fois 24 heures dans l'eau de chaux, & *Liger* vouloit que l'on mêlât la chaux vive en substance avec le savon. Les observations & les conséquences que ces auteurs en ont déduites semblent établir que le tuf arthrytique est en effet de même nature que le calcul, & ne cède comme lui qu'à l'action dissolvante des alkalins: cependant si on fait attention que l'eau de chaux ne l'a pas dissous, mais simplement ramolli; que Whytt a lui-même reconnu que l'eau produisoit le même effet; que le célèbre *Bergius* a administré long-temps & en quantité l'eau de chaux à des goutteux sans succès; que les eaux de Carlsbad tiennent avec la soude beaucoup de gas acide méphitique; enfin que l'alkali dont ces eaux sont chargées est dans un état de saturation méphitique qui rendroit son action nulle sur le calcul, on conviendra aisément que tous ces faits ne peuvent détruire les conséquences de l'analyse de Pinelli, qui, quoiqu'imparfaite, est jusqu'à présent la seule qui mérite quelque confiance. Le calcul étant bien connu, quelques heures suffisent maintenant pour mettre la certitude à la place du doute; je les aurois volontiers consacrées à la résolution d'un problème aussi intéressant si j'avois pu obtenir du tuf arthrytique; les gens de l'art, à qui il est si facile de s'en procurer, sentiront sans doute qu'on n'est plus excusable de marcher à tâtons quand on sait où prendre la lumière; & malgré les clameurs de la tourbe intéressée à décrier ce qui passe sa portée, le simple bon sens fera toujours prévaloir cette vérité déja si heureusement appliquée par l'illustre Bergman, que toute

recherche des moyens de guérir une maladie doit avoir pour base, autant qu'il est possible, la connoissance parfaite de la matière qui la constitue.

C'est ainsi que Caïetan Tacconi voulut déja terminer, par l'expérience, la question fort agitée de son temps, si le principe de la goutte étoit acide ou alkalin; il travailla sur la liqueur synoviale des goutteux, & ayant vu qu'elle étoit également coagulée par les acides & par les alkalis, il en conclut que la goutte pouvoit reconnoître l'une & l'autre cause; ce qui, suivant lui, devoit concilier les observations des auteurs, & diriger dans le traitement. Les Chymistes de notre temps accorderont peu de confiance à des conséquences aussi précipitées, fondées sur quelques essais aussi équivoques; il y a cependant un fait remarquable que Tacconi dit avoir lui-même observé, c'est que le sirop violat a été rougi par la synovie de certains goutteux, & verdi par celle d'autres goutteux. (*Mém. de l'institut de Bologne dans la collect acad. Tom. X, pag 166.*) On a publié dans les mémoires de l'académie de Stockolm, pour 1783, une observation de M. Rœring qui constate que des concrétions expectorées par un vieillard sujet à des accidens arthrytiques se sont trouvées de nature osseuse ou sel phosphorique calcaire. Mais un des faits les plus nouveaux & les plus importans, est celui que M. H. Watson a consigné dans les *medical communications* de Londres (*Tom. I, 1784*): après avoir examiné le tuf arthrytique trouvé lors de la dissection du cadavre d'un goutteux, il conclut que ce tuf est très-différent de la matière du calcul, puisqu'il se dissout dans la synovie, se mêle facilement à l'huile & à l'eau, ce que ne peut faire la pierre urinaire.

Par rapport aux propriétés de l'acide lithiasique ou du calcul, il suit de ce qui précède, que c'est un acide concret, très-peu soluble, qui se décompose en partie à la distillation, qui se sublime en partie.

Cet acide traité avec l'acide nitreux n'éprouve pas simplement de sa part une action de dissolution; la masse qui reste, dit M. Bergman, après l'évaporation à siccité, est fort différente de l'acide concret, car elle est d'un rouge obscur; elle attire l'humidité de l'air; il n'en faut qu'une très-petite portion pour donner une couleur rose à une très-grande quantité d'eau; en un mot, elle tache la peau, les os, & même le verre, comme la dissolution nitreuse. Ce grand Chymiste observe très-bien que ces phénomènes viennent bien plutôt de l'altération de la partie phlogistique de l'acide animal que d'un reste d'acide nitreux; mais pour rendre l'explication complette, il faut ajouter que l'acide nitreux, décomposé lui-même dans cette opération, laisse à l'acide lithiasique son air vital acidifiant, qui le met réellement dans le même état que l'acide muriatique déphlogistiqué.

L'acide lithiasique s'unit aux terres, aux alkalis & aux chaux métalliques. *Voyez* LITHIASITE CALCAIRE, LITHIASITE DE SOUDE, &c.

Il paroit préférer les alkalis aux terres; il cède ces bases aux plus foibles acides végétaux, même à l'acide méphitique; & cette circonstance suffit pour établir un caractère propre, différent de tous les acides connus jusqu'à ce jour, si l'on en excepte l'acide prussique avec lequel il ne peut être confondu. Il reste au surplus bien des expériences à faire pour completter le systême de ses affinités.

III. L'ACIDE BOMBYCIN ou du ver à soie a été annoncé par M. Chaussier, dans les mémoires de l'académie de Dijon (*année 1783, 2e. sem.*)

Lister avoit soupçonné qu'indépendamment des fourmis, bien d'autres insectes donnoient une liqueur acide, & il en indique particulièrement un de l'espèce des mille pieds. (*Collect. acad. Tom. II, p. 303.*) M. Bonnet avoit observé que la liqueur que fait jaillir la grande chenille à queue fourchue du saule, étoit un vrai acide, & même très-actif. (*Savans étrangers, Tom. II, pag. 276.*) M. Bergman le compare au vinaigre le plus concentré. (*Nova acta Upsal. Tom. IV.*) Plusieurs auteurs avoient fait une mention vague de l'acide spontané des insectes; enfin M. l'abbé Boissier de Sauvages avoit remarqué que dans l'état de maladie que l'on nomme *muscardine*, l'humeur du ver à soie manifestoit au goût une forte acidité; mais les observations de M. Chaussier nous ont donné une connoissance plus satisfaisante de l'acide propre à cet insecte.

Le ver à soie, après avoir subi sa métamorphose en papillon, répand une liqueur qui rougit très-sensiblement le papier & le linge teints par le tournesol; ce fut le premier phénomène qui éveilla l'attention de l'académicien de Dijon. Il reconnut bientôt que c'étoit dans le temps où l'animal, pressé par le besoin de vuider les réservoirs du suc gommeux, jettoit les premières trames de son cocon, que la liqueur acide commençoit à se déposer, & s'accumuloit peu-à-peu dans une capacité abdominale qui se formoit près de l'anus; de sorte que la lymphe qui, avant la métamorphose, circuloit dans le tissu spongieux, & en remplissoit les cellules, se trouvoit après cela rassemblée dans ce nouveau réservoir de la chrysalide ou du papillon naissant.

M. Chaussier imagina d'abord de couper les chrysalides avec des ciseaux pour en séparer la partie postérieure où est contenu l'acide, & il obtint de cette manière une liqueur d'une couleur ambrée, d'une saveur particulière, légérement muqueuse, qui rougissoit sur-le-champ le papier bleu, s'unissoit aux alkalis avec effervescence, & attaquoit sensiblement l'acier des ciseaux; cet inconvénient, qui décéloit un acide assez actif, engagea cet académicien à chercher un autre procédé pour se procurer cette liqueur: il broya dans un mortier de verre 15 onces de chrysalides saines, &

promment tirées de leurs cocons, elles fournirent, par l'expression à travers un linge, 9 onces d'un suc épais, jaunâtre, très-fortement acide. Les chrysalides qu'on ne tire de leurs cocons qu'après le filage, & qui ont été exposées à la chaleur du four, ou à la vapeur de l'eau bouillante, donnent encore la même liqueur.

Cette liqueur cependant étoit mêlée de parties muqueuses qui diminuoient son énergie dissolvante, & qui l'auroient promptement disposée à la putréfaction. M. Chaussier vit bien qu'il falloit l'en débarrasser; il versa en conséquence 2 onces d'esprit-de-vin sur les 9 onces de liqueur exprimée & très-épaisse: le mélange s'échauffa un peu, il s'éclaircit bientôt; & ayant été jetté sur le filtre, il passa une liqueur claire d'une belle couleur orangée, conservant une odeur approchant de celle du ver à soie ou du mûrier. M. Chaussier versa encore de l'esprit-de-vin dans cette liqueur; à chaque fois il se formoit un précipité blanc léger; il continua jusqu'à ce qu'il n'occasionnât plus de précipité, il en fallut encore $3\frac{1}{2}$ onces.

La matière restée sur les filtres pesoit $\frac{1}{2}$ once; il se rassembla à sa surface une huile d'une belle couleur orangée, ayant l'odeur du ver à soie, qui coloroit l'esprit-de-vin sans s'y dissoudre. Une partie du surplus étoit de nature gommeuse, & se dissolvoit dans l'eau; une autre partie parut à M. Chaussier une espèce de gluten animal intimement uni à une terre & à une huile grasse.

Au lieu de broyer les chrysalides, on peut les faire simplement infuser dans l'esprit-de-vin, il se trouve au bout de quelque temps chargé de toute la partie acide; & comme elle est beaucoup plus fixe que l'esprit-de-vin, on fait évaporer celui-ci à une chaleur douce, & on a pour lors un acide très-pur, qui, rapproché par l'évaporation à l'air, & purifié de la matière muqueuse par des filtrations répétées, n'est plus sujet à s'altérer.

M. Chaussier s'est principalement attaché à résoudre la question de savoir si ce principe acide existe dans tous les âges de la vie de l'insecte, ou s'il ne se forme que lorsqu'il passe à l'état de chrysalide. Il avoit d'abord embrassé la dernière opinion, fondé sur ce que la distillation de 12 onces de vers à soie dans le quatrième âge ne lui avoient donné que du flegme, de l'huile empyreumatique, de l'alkali volatil, sans aucune trace d'acide, ni même de gas qui auroit pu annoncer la décomposition de l'acide. Mais il n'en a pas eu davantage lorsqu'il a traité à la distillation les chrysalides elles-mêmes, où l'acide est si développé; d'autre part, les résidus charbonneux de l'une & de l'autre opération, lessivés dans l'eau bouillante, ont fourni un sel neutre ammoniacal, & même les œufs de ver à soie digérés dans l'eau mêlée d'un peu d'esprit-de-vin, lui ont donné quelques signes foibles, mais sensibles d'acidité. D'où il a cru pouvoir conclure que cet acide existoit dans le ver comme dans la chrysalide, dans les œufs comme dans le papillon, avec cette différence, que dans l'œuf & le ver il n'étoit pas libre & manifeste, mais combiné avec une substance gommo-glutineuse qui masquoit ses propriétés.

Je ne dissimulerai pas que ces dernières conséquences me paroissent encore susceptibles de bien des objections: on ne voit pas, par exemple, ce que devient à la distillation l'acide qui se trouve au moins par excès dans la chrysalide; il n'est pas plus aisé de concevoir comment cet acide pourroit former avec l'alkali volatil un sel ammoniacal qui résisteroit au feu de distillation, même sans se sublimer; en un mot, les œufs des vers à soie peuvent laisser, après leur macération dans l'eau & l'esprit-de-vin, quelques traces d'acide sans qu'il en résulte que ce soit le même acide que celui de la chrysalide. Comme il est bien prouvé que celui-ci est bien autrement abondant & manifeste, je serois plus porté à penser qu'avant cette métamorphose l'animal n'en recèle tout au plus que la base acidifiable, & qu'alors elle passe à l'état d'acide parfait en se combinant avec l'air vital acidifiant, au moyen de quelque fonction propre à sa nouvelle organisation.

Il est très-probable que le ver à soie n'est pas le seul insecte qui fournisse de l'acide, j'ai déja rappellé l'observation de M. Bonnet au sujet de l'acide de la chenille du saule, & M. Chaussier dit avoir aussi retiré de l'acide des sauterelles, du mille-pied, de la punaise rouge, de la lampyre, & de quelques autres insectes, par le moyen de la digestion dans l'esprit-de-vin. Ces acides sont-ils identiques avec l'acide bombycin? il n'y a point d'analogie qui puisse autoriser à l'affirmer avant qu'on ait examiné & comparé leurs propriétés.

IV. La liqueur, qui se sépare de la membrane interne du ventricule de l'estomac dans les animaux, & qui sert à la digestion des alimens, a des caractères salins & même acides si manifestes, du moins en quelques circonstances, que je crois devoir en faire mention dans le nombre des acides propres au règne animal, sous le nom D'ACIDE GASTRIQUE.

Dès le temps de Dioscoride, on connoissoit la propriété de la *presure* & du *gallium*, ou caille-lait, de déterminer en peu de temps la coagulation du lait; comme on avoit aussi remarqué que tous les acides avoient la même vertu, il étoit assez naturel de soupçonner que la presure & les plantes qui produisoient ce phénomène recéloient aussi un acide. On trouve dans les actes de Copenhague une analyse du caille-lait entreprise par Olaus Borrichius, précisément pour vérifier cette conjecture, & où il assure que quelques poignées des sommités de ses fleurs lui ont donné, par la distillation à un feu incapable d'en opérer la décomposition, près de 3 onces d'une liqueur acide qui coagula le lait chaud aussi bien que le vinaigre. (*Coll. acad. Tome VI, pag. 372.*) J'ai fait voir à l'article *acide*

végétal qu'il y avoit aujourd'hui des moyens bien plus sûrs de démontrer la présence d'un acide actuel dans un grand nombre de plantes.

Quant à la presure que l'on tire pour cet usage du ventricule de l'estomac des veaux, l'illustre Macquer la regardoit encore comme un reste de matière laiteuse aigrie, & il ne doutoit pas qu'elle ne contînt un acide suffisant pour coaguler le lait. Mais il est présentement bien vérifié que cette substance n'est autre chose que le suc gastrique lui-même, qu'elle en reçoit du moins toute sa vertu; que cette vertu se communique à la tunique même de ce ventricule, & à un certain point aux parties qui l'avoisinent, & qui en sont probablement imprégnées. (*Expériences de M. Spallanzani sur la digestion*, §. 247.)

Je pense bien cependant avec M. Spallanzani que cela ne suffit pas pour prouver l'acidité du suc gastrique; indépendamment de ce qu'il assure avoir vu le lait coagulé par de petits morceaux du foie, du cœur, ou du poumon d'un coq-d'inde (§. 248), on peut ajouter que le célèbre Schéele avoit déja remarqué que la séparation du fromage avoit lieu dans le lait bouillant lorsqu'on y jettoit des sels neutres, du sucre, de la gomme, en quantité suffisante pour s'emparer de la partie aqueuse du lait. Quoique ce phénomène paroisse appartenir principalement à l'affinité de l'eau, il est plus sage sans doute de ne pas décider précipitamment que le suc gastrique agit sur le lait à la manière des acides, & de chercher d'ailleurs des preuves de sa véritable nature.

On a fait dans ces derniers temps un grand nombre d'expériences sur le suc gastrique; la constance & la sagacité de ceux qui les ont entreprises sont dignes de tous nos éloges; plusieurs n'ont pas craint d'opérer sur eux-mêmes, & ce courage, aussi louable par son objet qu'étonnant par les dangers auxquels il les exposoit, leur a acquis des droits bien légitimes à notre admiration; mais il faut en convenir, les ouvrages qui en contiennent l'histoire n'ont pas été rédigés de manière à en avancer le fruit, ce sont des matériaux précieux qu'on n'a pas pris la peine de sortir de la carrière, où on ne les apperçoit encore qu'à moitié ensevelis dans les décombres des fouilles qui ont dû précéder leur découverte: j'essaierai cependant de rapprocher les faits principaux, & pour qu'on puisse distinguer ce qui est connu & ce qui reste à tenter, j'indiquerai, 1°. les procédés pour recueillir le suc gastrique & le soumettre aux expériences, 2°. les phénomènes que présente son action sur différentes substances, 3°. ce que l'on peut en conclure par rapport à sa nature.

Il y a plusieurs manières de recueillir le suc gastrique, & de le soumettre aux expériences: la plus simple est de le tirer des animaux après leur mort; en les faisant jeûner, on l'obtient en plus grande quantité, & exempt du mêlange d'alimens; après un jeûne de deux jours, M. Spallanzani a trouvé 37 onces de suc gastrique dans les deux premiers estomacs d'un mouton (§. 142); sa couleur étoit verte, ce qui pouvoit venir d'un peu d'herbe qui y restoit encore. Le même physicien ayant ouvert des corneilles qui étoient encore au nid, trouva dans leur estomac une demi-cuillerée de suc gastrique. Les adultes n'en donnent pas une aussi grande quantité (§. 69.)

Un second moyen est de faire avaler aux animaux vivans des tubes de métal très-minces, percés de plusieurs trous, dans lesquels on met de petites éponges sèches & très-propres. M. Spallanzani ayant cinq corneilles, a fait prendre à chacune jusqu'à huit de ces tubes à-la-fois; elles les ont vomis au bout de trois heures & demie, & par l'expression des éponges il a recueilli 481 grains de suc gastrique, de couleur jaune, transparent, salé & amer, laissant très-peu de sédiment quand l'oiseau étoit à jeun, dont il ne s'évapora qu'une fort petite quantité, quoiqu'exposé à l'air pendant plusieurs jours, & qui éteignoit le feu au lieu de s'enflammer (§. 81.)

Un troisième procédé consiste à tirer le suc gastrique de l'estomac par le vomissement excité le matin à jeun; c'est ce que M. Spallanzani a exécuté deux fois sur lui-même en irritant sa gorge avec les deux doigts. Un de ces vomissemens lui fournit une once 32 grains de liqueur écumeuse & visqueuse, qui devint limpide comme de l'eau après avoir déposé un léger sédiment, sans couleur, d'un goût salé sans amertume, non inflammable, qui s'évaporoit facilement dans un vaisseau ouvert placé sur les charbons, mais qui dans un vaisseau fermé, se conserva pendant un mois d'été très-chaud, sans changer ni de goût, ni d'odeur (§. §. 215, 216). M. Spallanzani éprouva un état si pénible à la suite de ces deux expériences, qu'il ne put se déterminer à les recommencer. L'irritation peut s'opérer avec une plume trempée dans l'huile; mais, comme le remarque M. Scopoli, on ne rend de cette manière que la partie la plus fluide du suc gastrique; la portion épaisse demeure attachée au fond de l'estomac, & ne peut être déplacée que par de puissans émétiques, tels que le tartre antimonial.

M. Gosse, exercé depuis long-temps à avaler de l'air, & ayant plusieurs fois observé qu'il étoit pour lui un émétique sûr, a mis cette habitude à profit pour faire quelques expériences sur le suc gastrique. Il suspend sa respiration, reçoit dans sa bouche environ un pouce cubique d'air; la bouche fermée, il le comprime avec la langue contre son palais, & le force à descendre par l'action des muscles du pharinx: il parvient ainsi à vomir à volonté, ce qu'il attribue à l'augmentation du volume de l'air dans son estomac; & en effet, plus l'air athmosphérique est condensé par le froid, moins il prend de gorgées d'air pour vomir. (*Considérations, &c. de M. Sennebier, n. XV.*) Ce moyen, qui

suivant le témoignage de l'auteur, ne lui cause ni dégoût, ni fatigue, qui lui donne la facilité de laver son estomac en avalant & rendant plusieurs fois de l'eau, n'est pas néanmoins d'une exécution aussi facile qu'on pourroit l'imaginer, & il y a toute apparence que les dangers de ces expériences retarderont encore long-temps la connoissance parfaite du suc gastrique humain, d'autant plus qu'on ne pourroit pas compter sur la pureté de celui que l'on obtiendroit par les dissections.

M. Spallanzani a remarqué que les aigles rendoient spontanément le matin à jeun une quantité considérable de suc gastrique, exempt de toute hétérogénéité, de couleur cendrée, à-peu-près fluide comme l'eau, & s'évaporant de même, au surplus, salé, amer, non inflammable & de la même odeur que les autres sucs gastriques (§. 185); il en recueillit tous les jours près de 6 gros en plaçant au-devant de l'aigle un grand vaisseau de verre.

Indépendamment de ces procédés pour obtenir le suc gastrique des animaux, on en a imaginé d'autres pour le soumettre à diverses expériences, même sans le sortir de l'estomac. Réaumur avoit déja donné l'exemple de faire avaler à des moutons des tubes de laiton remplis d'herbes; M. Spallanzani a employé la même méthode sur un grand nombre d'animaux de différente espèce; pour les moutons, il a été obligé de porter les tubes jusques dans l'estomac, par le moyen d'une canne percée, autrement ils ne passoient pas l'œsophage, & étoient vomis sur-le-champ (§. 137): ces tubes percés de trous pour donner passage au suc gastrique, étoient remplis d'alimens propres à l'animal ou d'autres matières; il examinoit l'état de ces matières lorsque les tubes étoient rendus par l'anus, ou en en provoquant le vomissement après un certain temps, ou en ouvrant l'animal. Il a trouvé que plusieurs oiseaux rejettoient ces tubes spontanément au bout de quelques heures, & en les leur faisant avaler de nouveau, il venoit à bout de terminer son essai sans sacrifier le sujet. Quelquefois il substituoit aux tubes de fer blanc ou de laiton, de petites sphères creuses de même métal s'ouvrant à vis, de petites bourses de filet, des sacs de toile ou de drap; il s'est servi dans quelques occasions de fils de fer, au bout desquels il attachoit des morceaux de chair pour les arrêter dans l'œsophage, les porter jusques dans l'estomac & les retirer à volonté. Lorsque l'animal étoit moins traitable, il le trompoit en lui faisant avaler un morceau de chair qui tenoit à une grosse ficelle; ce fût ainsi qu'il parvint à retenir la chair dans le gésier de l'aigle (§. 177.)

MM. Spallanzani & Gosse ont fait ces expériences sur eux-mêmes. Le premier, encouragé par l'exemple des enfans qui avalent des noyaux de cerise, & qui les rendent non altérés, a avalé d'abord de petites bourses remplies de chair cuite ou crue, de pain mâché on non mâché, &c. ensuite de petits cylindres de bois de 5 lignes de longueur, & 3 lignes de diamètre, percés de trous & recouverts de toile (§. 208). Le second, profitant de la facilité qu'il a acquise de vuider à volonté son estomac par la simple déglutition de l'air, n'a pas eu besoin d'enfermer les substances qu'il vouloit essayer dans de petits vaisseaux pour en attendre la sortie spontanée par l'anus; après les avoir avalées à l'ordinaire, il les a gardées dans son estomac le temps qu'il jugeoit à propos; il les en a fait sortir, lorsqu'il l'a voulu, pour observer & comparer les progrès de la digestion, & il a eu la constance de multiplier assez ces épreuves sur les matières végétales & animales qui entrent le plus communément dans nos alimens pour classer celles qui lui ont paru indigestes, celles qu'il a digérées en partie, celles qu'il a digérées facilement, celles qui ont hâté la digestion, celles enfin qui ont paru la rallentir. (*Considérations, &c. de M. Sennebier, n. XVIII.*)

Enfin M. Brugnatelli a pensé que la matière blanche qui se trouve ordinairement en assez grande quantité dans les excrémens des oiseaux carnivores, & qui en diffère sensiblement, qui se dissout dans l'eau & donne une liqueur de couleur de paille, étoit une portion de suc gastrique, & pouvoit servir à quelques essais. (*Addit. de M. Scopoli au dictionnaire de M. Macquer.*)

Tels sont les moyens que l'industrie, excitée par un amour ardent de la vérité, a mis en usage pour opérer sur les sucs gastriques: voyons présentement les fruits qu'elle en a recueillis.

Le suc gastrique opère la digestion, il transforme les alimens en chyme ou substance pultacée, même hors du corps de l'animal, il agit sensiblement sur l'estomac de l'animal après sa mort: donc la digestion ne dépend pas d'une force vitale, ni de la chaleur animale.

Le suc gastrique opère la digestion des matières renfermées dans des tubes de bois ou de métal, pourvu qu'il puisse s'y introduire; donc la digestion n'est pas l'effet d'une pulvérisation méchanique. Cette conséquence a été rigoureusement démontrée par M. Spallanzani, même pour les animaux que l'on nomme *à estomac musculeux*, tels que les poules, les canards, les oies, les pigeons, les perdrix, &c. Quelques-uns de ces animaux, élevés avec précaution pour qu'ils ne pussent avaler des pierres, n'en ont pas moins brisés des tubes & des sphères de métal, émoussé des lancettes, arrondi des éclats de verre que ce physicien avoit introduits dans leur estomac; mais lorsqu'il a employé des sphères de métal capables de résister par leur épaisseur à cette action des muscles, & qu'il y a enfermé de la chair crue coupée en petits morceaux, ou du grain réduit en pâte mâchée, ces matières ont subi la digestion (§. 39.)

Le suc gastrique agit comme un fluide qui entame les corps par leur surface, qui s'unit aux parties qu'il enlève, qui ne les dépose ni ne les aban-

donne en se filtrant au travers la toile ou même le drap, qui opère avec d'autant plus d'énergie, d'autant plus de rapidité, que les substances sont plus divisées, qu'il y aborde plus facilement, que les points de contact sont plus multipliés, qu'il se renouvelle plus promptement, & que son action est favorisée par une température plus chaude; la matière qu'il s'approprie n'est pas seulement réduite en parties subtiles, sa saveur & son odeur sont absolument changées, ses propriétés sensibles sont détruites, elle en a acquis d'autres par composition : le suc gastrique agit donc à la manière de tous les dissolvans. Les faits qui concourent à établir cette conséquence ont été vérifiés plusieurs fois, & dans des circonstances différentes, par M. Spallanzani (§. §. 43, 69, 87, 101, 142, &c.). La mastication de l'homme, la rumination du bœuf, la macération dans le gésier des gallinacés sont utiles à la digestion pour diviser & détremper les alimens; mais c'est toujours le suc gastrique qui les dissout. Les alimens arrêtés dans l'œsophage des hérons, des corneilles, &c. y éprouvent à la vérité un commencement de digestion, mais les progrès de cette digestion sont bien lents en comparaison de celle de l'estomac; & puisqu'elle a lieu lors même que ces alimens sont enfermés dans des tubes qui les défendent de tout broiement, elle est encore le produit de l'action dissolvante des sucs que fournit l'œsophage de ces animaux (§. 99). Ces sucs n'agissent pas comme ferment, ils ont au contraire une vertu antiseptique très-puissante, il n'y a pas la moindre apparence de mouvement intestin; en renouvellant continuellement le suc comme dans l'estomac, les matières s'y dissolvent avec une rapidité qui exclut toute idée de fermentation; en un mot il ne s'échappe que quelques bulles d'air qui adhèrent à la substance alimenteuse, qui la font surnager, & qui sont probablement chassées par la chaleur & par la dissolution. M. Spallanzani a suivi quatorze fois ces observations sur les sucs gastriques de divers animaux (§. 236.) Concluons donc avec ce savant, que la digestion n'est produite ni par trituration, ni par fermentation, ni par ces deux moyens réunis, mais absolument par une vraie dissolution; & puisque sous ce point de vue elle rentre dans l'ordre des phénomènes chymiques, examinons la nature de ce nouveau dissolvant si actif.

Les sucs gastriques ne sont pas les mêmes dans les différens animaux, mais ils ont tous des propriétés communes; ils dissolvent avec plus ou moins de facilité les substances végétales & animales; il paroit encore qu'ils ont tous une vertu antiseptique.

M. Brugnatelli a reconnu que le suc gastrique des oiseaux carnivores, comme la chouette, le faucon, le milan, &c. étoit très-peu aqueux, qu'il avoit une odeur acide résineuse, qu'il étoit très-amer, qu'il étoit composé d'un acide libre, d'une résine & d'une matière animale unie à une petite quantité de sel commun. (*Dict. de Macquer, addit. de M. Scopoli.*)

Il a de même trouvé le suc gastrique aci de dans les geais, les merles, &c. qui sont omnivores, & dans les granivores, tels que les poules-d'inde, les poules ordinaires, les canards, les cailles, les moineaux, &c.

Suivant le même auteur, le suc gastrique des animaux ruminans, tels que la chèvre, le mouton, &c. est au contraire très-aqueux, un peu trouble, d'une saveur salée, amère; il contient de l'alkali volatil, une substance extractive animale, & une assez grande quantité de sel commun. M. Carminati convient également que le suc gastrique de ces animaux est en partie ammoniacal; mais il le regarde comme acide dans le principe, & pense que l'alkali volatil qu'il manifeste peut venir de la putréfaction des herbes qui séjournent long-temps dans l'estomac de ces animaux. (*Observations sur l'usage du suc gastrique en chirurgie, &c. par M. Sennebier.*)

J'ai fait digérer plusieurs fois à chaud & à froid, dans l'eau distillée, des portions de la tunique interne de l'estomac des veaux, j'y ai versé de l'esprit-de-vin qui y a occasionné un précipité, & la liqueur filtrée a toujours altéré sensiblement le papier bleu en rouge.

Il n'y a rien de certain, dit M. Scopoli, sur le suc gastrique humain; on sait qu'il est quelquefois acide, & que d'autres fois il ne l'est pas; ce que prouvent les renvois acides ou fades qu'on éprouve, même dans l'état de santé, soit à jeun, soit pendant le temps de la digestion.

Quelques-unes des expériences de M. Spallanzani semblent annoncer que cette qualité acide dépend beaucoup des alimens. Les oiseaux de proie ne lui ont jamais donné des signes d'acidité, en quoi il n'est pas d'accord avec MM. Brugnatelli & Carminati; il en dit autant des serpens, des grenouilles, des poissons. Les corneilles lui ont donné une pâte alimentaire acidule, mais c'étoit lorsqu'elles avoient été nourries de végétaux; il a fait la même observation sur des chiens, sur les herbivores & sur les gallinacés. Les oiseaux carnivores rendirent des fragmens de coquilles & de corail, sans qu'il parût la moindre altération; au contraire, ces substances furent sensiblement diminuées dans l'estomac des gallinacés, lors même qu'elles étoient renfermées dans des tubes, ce qui prouve que ce n'étoit pas l'effet de l'érosion par l'action des muscles. M. Spallanzani a avalé lui-même des substances calcaires renfermées dans des tubes, & quand il s'étoit nourri de légumes & de fruits, elles étoient quelquefois altérées & un peu diminuées de poids, comme si on les eût mis dans du vinaigre affoibli; quand il s'étoit nourri de viande, elles étoient intactes (§. 240, 241). On peut ajouter ici le témoignage de M. Gosse, qu'il n'a pu soutenir long-temps l'usage des végétaux cruds, parce qu'ils lui donnoient trop de renvois acides. Enfin M. Murch,

après avoir remarqué que la magnésie calcinée n'étoit soluble en aucune manière dans le suc gastrique de différens animaux, assure néanmoins avoir vu un suc gastrique vomi par un hypocondriaque qui étoit acide, qui faisoit forte effervescence avec les yeux d'écrevisses, & qui prit 2 grains de chaux de magnésie. (*Crell*, *Neuest. Entdeckung. part. I*, *page 46*.)

M. Spallanzani croit que dans son état naturel le suc gastrique n'est ni acide, ni alkalin, mais neutre. La raison qu'il en donne, que l'acide qui se manifeste au commencement de la digestion dans l'estomac de quelques animaux disparoit constamment sur la fin, est peu considérable par elle-même, parce qu'il seroit tout simple que l'acide fût masqué par la saturation avec les alimens; mais ce qui mérite bien plus d'attention, c'est que les sucs gastriques versés dans la dissolution du méphite de potasse n'ont jamais fait effervescence (§. 244); ce qui démontre ou qu'ils ne tiennent point d'acide libre, ou que cet acide n'est pas assez puissant pour déplacer l'acide méphitique: on sait que les acides prussique & lithiasique sont dans ce cas.

Si l'on considère qu'en effet les alimens ne sont ni des alkalis, ni des terres solubles, que le chyme ne ressemble en rien aux produits des combinaisons salines simples, & que si le suc gastrique agit réellement comme dissolvant, il n'agit pas comme dissolvant acide, il paroîtra très-probable que c'est une substance d'un autre ordre, dont l'action plus lente, mais plus énergique, dont les affinités presque égales sur une infinité de matières très-différentes indiquent un agent bien plus composé, qui ne se choisit pas une seule base, qui n'en quitte pas une pour en prendre une autre, qui s'unit au contraire à des corps très-composés sans se décomposer lui-même.

Ces réflexions cependant ne peuvent détruire les faits qui établissent dans les sucs gastriques un acide tantôt manifeste, tantôt à l'état de sel neutre, & il n'est pas moins important d'en découvrir la nature. M. Brugnatelli présume que ce peut être l'acide phosphorique, parce qu'il a cru le reconnoître dans cette matière blanche dont j'ai parlé, qui accompagne les excrémens des oiseaux carnivores; mais il n'a jugé l'acide que par des précipitations qui ne sont pas décisives, & il restera toujours des doutes sur l'identité de cette matière blanche, ou de son acide avec le suc qui opère la première digestion dans l'estomac.

M. Scopoli a trituré du suc gastrique de corneille avec de la potasse caustique & de la chaux vive, & il a senti distinctement une odeur urineuse & fétide. Il a un peu altéré en verd le sirop violat. Versé dans la dissolution nitreuse d'argent, il a donné un précipité qui ressembloit au muriate d'argent. Deux gros évaporés lentement sur le feu ont laissé 2 grains de matière grise qui s'humectoit à l'air, qui avoit une odeur désagréable, & ne faisoit point effervescerce avec les acides. Traité à la distillation, il donna du flegme ayant l'odeur d'empyreume; il s'attacha au ventre de la cornue une substance blanche qui, triturée avec la chaux, manifesta l'odeur urineuse; le résidu avoit la consistance d'extrait, son odeur étoit empyreumatique, son goût salin, amer & nauséabond; il ne fit effervescence ni avec les acides, ni avec les alkalis; jetté dans la dissolution de potasse, il en dégagea une odeur très-pénétrante d'alkali volatil. (*Expér. sur la digestion*, §. 244.)

De là, M. Scopoli conclut que le suc gastrique sain est composé d'eau, d'une substance savonneuse & gélatineuse animale, de sel ammoniac & d'une terre semblable à celle que fournissent toutes les liqueurs animales. Comme on ne voit pas que ce Chymiste ait jugé de la nature de l'acide autrement que par l'apparence du précipité salin d'argent, il s'en faut bien que la preuve soit suffisante, puisqu'il y a déja d'autres acides connus qui précipitent aussi ce métal. Ces doutes sont d'autant plus permis, que l'auteur porte plus loin les conséquences de ces résultats: il va jusqu'à soupçonner que l'acide muriatique *est produit par les forces vitales* dans les animaux; il regarde le fait comme prouvé, si le suc gastrique des animaux qui se nourrissent de végétaux fournit aussi du sel ammoniac; & M. Spallanzani assure qu'après avoir nourri pendant quinze jours cinq corneilles *uniquement* avec des végétaux, il en a tiré un suc gastrique qui lui a donné de même *un précipité de lune cornée*.

Je n'ai pas besoin d'avertir que l'on exige aujourd'hui des expériences plus suivies, des preuves plus multipliées pour établir l'identité d'un acide, à plus forte raison pour asseoir un systême aussi nouveau; mais tous ces phénomènes n'ajoutent pas moins à l'intérêt de la question, ils ne sont pas moins utiles pour diriger les recherches qui restent à faire, afin de déterminer la nature de l'acide qui, dans le suc gastrique, met l'alkali volatil en état de sel neutre ammoniacal.

Les observations que l'on peut recueillir sur les *propriétés du suc gastrique* sont de même fort loin d'en completter le systême. C'est une singularité fort remarquable, comme le dit M. Spallanzani, que cette liqueur soit à-la-fois un dissolvant & un antiseptique; elle ne se corrompt pas, même à une température chaude; elle empêche la putréfaction, & même elle rétablit les chairs déja putrides (§ §. 251, 256, 263): elle agit donc bien différemment des substances qui ne sont antiseptiques que parce qu'elles maintiennent la solidité des parties animales. M. Spallanzani a été obligé de charger l'eau de vingt fois autant de sel ammoniacal pour lui donner la même vertu.

Les sucs gastriques du milan, du faucon, du duc, ne dissolvent pas les graines céréales, ni le pain, même mâché (§. 175); cependant le suc gastrique du faucon attaque les matières osseuses

renfermées dans des tubes, c'est-à-dire, sans action méchanique; M. Spallanzani en a fait l'épreuve sur un fragment compact du fémur d'un bœuf (§. 158). Les corneilles ne digèrent que les os un peu tendres; le suc gastrique des hérons paroît avoir plus d'efficacité; les cornes cèdent comme les os à l'action de ce dissolvant; il en est de même des racines des dents, mais la partie couverte d'émail n'en reçoit aucune altération (§. 161). Au reste, ce seroit une erreur de penser, avec Vallisnieri, que le verre même est dissous dans l'estomac de quelques animaux; quand il a été renfermé dans un tube capable d'empêcher l'action des muscles, il a conservé son tranchant dans l'estomac d'une poule (§ 15.)

Enfin les expériences de M. Carminati, annoncées par M. Sennebier, paroissent établir que les sucs gastriques dissolvent le fer, la pyrite d'antimoine, la chaux d'antimoine par le nitre, & les fleurs de zinc, mais qu'ils n'attaquent ni le soufre, ni la chaux martiale.

MM. Jurine, Toggia & Carminati ont employé le suc gastrique sur les plaies; le dernier l'a administré intérieurement dans quelques maladies, à la dose d'une once tirée récemment de l'estomac des animaux ruminans; ces faits ne seront du ressort de la Chymie que lorsqu'on connoitra assez les propriétés de cette liqueur, & des substances sur lesquelles elle agit pour déduire clairement leurs effets de leurs affinités.

V. Je terminerai ces additions en donnant, comme je l'ai annoncé, de courtes notices sur quelques émigrations des acides d'un règne dans l'autre, & sur des acides du règne animal qui ne sont encore qu'apperçus.

L'existence de l'*acide phosphorique* dans les minéraux n'étoit connue que par l'observation de M. Gahn. M. Tennant, de la société royale de Londres, m'a fait voir, à son passage à Dijon, au mois d'octobre 1785, que dans plusieurs mines de plomb que l'on croyoit spatiques, ce métal étoit minéralisé par l'acide phosphorique, & que l'on les reconnoissoit facilement par la propriété qu'elles avoient de donner au chalumeau un globule qui en refroidissant présentoit un polyèdre à facettes; il reconnut ainsi ce minéralisateur dans la mine de plomb rougeâtre d'Huelgoët. Peu de temps après, il traita en grand dans les mêmes vues, avec M. de la Méthérie, la mine de plomb verte d'Hoffsgrund, près Fribourg en Brisgaw, & 7 onces de cette mine donnèrent 2 gros de très-beau phosphore. (*Journ. phys. Tom. XXVII, pag. 286.*) Ce phénomène de la crystallisation subite en polyèdre granatiforme a été de même observé, avec la mine de plomb verte de Zschopau, par M. Klaproth, qui en a donné la description dans la seconde partie des additions aux annales chymiques de M. Crell pour 1785. De 960 grains de cette mine, M. Klaproth a retiré 180 grains d'acide phosphorique en consistance d'huile. Si on rapproche ces observations de ce que j'ai dit, à l'article ACIDE SYDÉRITIQUE, de la présence d'un sel phosphorique martial dans les mines de fer cassant à froid, on verra que cet acide se trouve bien plus abondamment dans le règne minéral qu'on ne l'avoit imaginé. Je ne dissimulerai pas combien ces observations sont favorables à l'opinion de l'illustre Bergman, qui regardoit cet acide comme appartenant à tous les règnes. Cependant il me semble qu'il est encore facile de saisir les nuances qui lui donnent en quelque sorte un caractère étranger par-tout ailleurs que dans les substances animales.

Les expériences de M. Berthollet avoient bien prouvé que par le moyen de l'acide nitreux on pouvoit retirer l'acide saccharin de plusieurs matières animales: M. Schéele y a découvert d'autres acides végétaux; il a fait voir que l'acide *benzonique* existoit dans l'urine humaine & dans l'acide saclactique; que les acides *malusien* & saccharin (ou pour mieux dire *oxalin*) existoient dans le sang, dans la colle de poisson, dans le blanc & le jaune d'œuf. *Voyez ci-devant, page 353.*

Indépendamment de l'acide empyreumatique dont j'ai parlé, & que l'on retire par la distillation du sang & de la chair, il paroît qu'on peut mettre à nu celui qui y existe, sans le modifier ou plutôt sans le dénaturer par le feu: M. Chaussier y est parvenu en traitant simplement ces substances avec l'esprit-de-vin. (*Acad. de Dijon, 1783, second sem. pag. 88.*) Il faut espérer que l'application de ce moyen ingénieux, dont le célèbre Schéele a déja tiré un si grand parti dans son travail sur l'acide malusien, nous procurera une connoissance plus satisfaisante des parties constituantes des liqueurs animales. Il seroit presque étonnant que le sang ne contint pas un acide, l'effet le plus direct de la respiration est d'y fixer le principe acidifiant de l'air vital, tout de même que dans la combustion des soufres.

On trouve dans les actes de Copenhague, de 1676, une observation d'Olaus Borrichius, sur une femme attaquée d'une hydropisie ascite, dont la *sueur* étoit tellement acide, qu'elle coagula en quelques instans tout le lait, quoique récent, dans lequel on la baignoit. (*Collect. acad. Tom. VII, page 322*) M. Berthollet, à qui l'on doit la découverte de l'acide phosphorique libre dans l'urine, s'est également assuré que la *sueur* donnoit une couleur rouge au papier teint par le tournesol. (*Mém. de l'acad. roy. des sc. ann. 1780, page 12.*) Il ne décide pas si cet acide est encore l'acide phosphorique; mais ce savant académicien se propose d'étendre ses recherches sur toutes les liqueurs de l'homme & des animaux, & il ne laissera sans doute pas long-temps cette question indécise. Quand on pourroit dire avec quelque fondement que la Chymie a déja bien assez d'acides, en ne les considérant que comme instrumens de dissolution, il faudroit toujours convenir que la connoissance parfaite de tous ceux qui existent importe essentiellement à la perfection de l'analyse.

ACIDIFIABLE, ACIDIFIANT, ACIDIFIÉ. Ces expressions sont devenues nécessaires depuis que la Chymie s'est élevée à considérer les principes qui entrent dans la composition des acides; on les emploie encore avec des substantifs tels que *base*, *principe*, *substance*, &c. comme on a dit le *principe phlogistique*, avant que de dire le *phlogistique;* mais par la raison que ces manières de parler tiennent aussi à des points de théorie générale, le fréquent usage que les Chymistes en font aujourd'hui, ne peut manquer de leur acquérir la propriété d'indiquer par elles-mêmes le sujet dont elles ne furent dans l'origine que la qualification.

§.

On entend par *acidifiable* ou *base acidifiable*, la matière simple ou composée, qui, sans être elle-même acide, entre dans la composition d'un acide, & lui donne un caractère propre de son genre, qui le différencie de chacun des acides formé, comme lui, d'un autre principe commun à tous les acides. Dans ce sens, cette base s'appelle aussi *radical*, ou principe radical. *Voyez ce mot.*

Il n'y a pas long-temps que l'on a commencé à distinguer l'acide formé, & la base acidifiable; on croyoit avec *Stahl*, que l'acide vitriolique, par exemple, existoit tout entier dans le soufre, il est bien prouvé maintenant qu'il ne passe à l'état d'acide, qu'en s'appropriant une très-grande quantité d'air vital. Dans le système de M. Lavoisier, c'est le soufre luimême qui est la base acidifiable de l'acide vitriolique; le gas nitreux, celle de l'acide nitreux; le sucre, celle de l'acide saccharin, &c. En rapprochant tous les faits, il paroît plus sûr de dire que ces substances contiennent seulement cette base acidifiable, & avec elle un principe essentiellement combustible, une matière phlogistique, qui les met actuellement en état de soufre.

La question seroit bientôt décidée, si l'on pouvoit facilement obtenir ces bases isolées; mais jusqu'à présent on n'est parvenu à faire cesser leurs combinaisons que par voie d'échange, c'est-à-dire, en leur rendant un principe à la place de celui qu'on leur enlève. Cependant, l'acide phosphorique desséché, puis porté à l'état de verre dans un creuset de platine, peut être regardé comme une pure base acidifiable, puisqu'elle ne manifeste plus, ni les propriétés de l'acide, ni celles du phosphore. *Voy.* ACIDE PHOSPHORIQUE.

Il y a des bases acidifiables qui résistent à tous les procédés de l'art, sans se détruire, c'est-à-dire, sans se décomposer, nous ne connoissons point d'autre destruction pour la matière inorganique : ce sont probablement les plus simples, telles sont celles des acides vitriolique, muriatique, arsenical, fluorique, &c. Quoique l'acide phosphorique soit un produit du règne animal, son radical n'a pas encore été dénaturé, au point de ne pouvoir régénérer son acide. Le radical nitreux se résout par la détonnation en élémens aériformes, que non-seulement on n'a pas recombinés dans l'état propre à régénérer son acide, mais même que l'on n'a pu jusqu'à présent recueillir pour en examiner la nature.

La plupart des bases acidifiables des règnes végétal & animal, éprouvent au feu une altération qui leur fait perdre la propriété de fixer le principe acidifiant, ou du moins de devenir partie constituante du même acide. La base acidifiable de l'acide prussique est la seule qu'on ait encore soumise à l'analyse; il est remarquable qu'à la différence de l'acide oxalin, les acides tartareux & acéteux éprouvent même en vaisseaux clos, & à la température de l'athmosphère, une dégénérescence spontanée qui paroît affecter à la fois leur composition acide & leurs bases. *Voyez* ACIDE PRUSSIQUE & ACIDE TARTAREUX.

M. Lavoisier observe très-bien que le nombre de ces bases acidifiables est indéterminé, & qu'il s'en faut beaucoup que nous connoissions toutes les substances qui peuvent s'unir au principe acidifiant. Les terres métalliques sont en ce sens de vraies bases acidifiables. (*Voy.* ACIDE MÉTALLIQUE.) Les huiles elles-mêmes peuvent subir une sorte d'acidification. (*Voyez* ACIDE NITREUX, §. *VII.*) En généralisant cette théorie, suivant l'analogie des faits qui la démontrent, on voit déjà que nous devons comprendre dans cette division importante des corps naturels, non-seulement ceux que nous pouvons porter à l'état d'acides parfaits, mais aussi toutes les substances qui reçoivent effectivement la combinaison de l'air vital, quoique l'insolubilité du produit, ou quelqu'autre propriété accidentelle l'empêche de manifester les signes ordinaires & non essentiels de l'acidité. Les nouvelles découvertes sur la décomposition & recomposition de l'eau, annoncent qu'elle peut n'être elle-même que le produit d'une combinaison du principe acidifiant, avec une base, sans doute, très-simple. *Voyez* AIR VITAL & EAU.

§.

Sous le nom d'*acidifiant*, ou principe acidifiant, que M. Lavoisier appelle aussi *oxygine*, nous entendons cette substance, qui, s'unissant à un corps quelconque, lui communique, d'une maniere plus ou moins sensible, les propriétés acides qu'il n'avoit pas auparavant; & cette substance est l'air vital. Il est bien démontré présentement que c'est lui qui augmente le poids des soufres qui brûlent, & des métaux qui se calcinent; c'est une vérité de fait indépendante de la question de savoir si les soufres & les métaux perdent quelque chose en entrant dans cette nouvelle composition. *Voy.* AIR VITAL, ACIDE, & CHAUX MÉTALLIQUES.

On sait que les chaux métalliques, en repassant à l'état de régule, fournissent le plus souvent du gas acide méphitique; qu'il y en a de même une grande quantité mise en liberté quand on décompose quelques acides : on pourroit donc conjecturer que ce gas y faisoit fonction du principe acidifiant, & cette hypothèse n'auroit rien de contraire à la théorie,

puisque l'air vital existe lui-même dans le gas acide méphitique, & qu'ainsi ce seroit toujours le même principe acidifiant, seulement dans un état de surcomposition; mais nous savons d'un autre côté que la combinaison qui produit ce gas, peut aussi bien se former à l'instant du dégagement, & dès-lors, il n'y a plus de raison suffisante de croire à ce principe acidifiant composé, jusqu'à ce qu'on ait vérifié qu'il fait comme tel partie constituante de l'acide.

§.

Nous disons enfin qu'un corps est *acidifié*, quand nous le voyons fixer une portion d'air vital, & acquérir en conséquence des propriétés nouvelles, analogues à celles que présentent les acides. L'un des grands problèmes de la Chymie moderne, est de savoir précisément quel est le corps acidifié, si c'est le soufre & le métal tout entiers, ou si ce sont les soufres & les métaux, moins le phlogistique : la derniere opinion nous paroit la plus sûre. On ne doit jamais perdre de vue que le métal fournit un gas, en s'unissant aux acides, & que la chaux métallique n'en fournit point, quoiqu'il en résulte la même combinaison actuelle; cette différence a nécessairemen une cause qui, quand elle sera bien connue, ne peut manquer de mettre d'accord tous les Chymistes.

Lorsqu'une base quelconque, en s'unissant à l'air vital, n'en reçoit pas toute la quantité nécessaire à sa saturation, les propriétés qu'elle avoit auparavant, sont très-sensiblement changées, mais elle n'est qu'imparfaitement acidifiée; la chaux blanche d'arsenic se trouve dans cette condition, ainsi que les acides que nous nommons phlogistiqués. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE PHLOGISTIQUÉ, CHAUX MÉTALLIQUES, &c.

ACIDIFICATION. C'est une opération spontanée ou déterminée par l'art qui produit un acide, par l'union d'une base acidifiable quelconque, avec le principe acidifiant commun. La combustion des soufres, la calcination des métaux, &c. sont de véritables acidifications; il en est probablement de même du passage des huiles à l'état de résines, & peut-être de bien d'autres altérations progressives qu'éprouvent quelques substances des trois règnes, & dont nous n'apperçevons que les effets. Ce n'est que depuis la découverte de l'air vital, & même depuis très-peu de temps, que l'on a une idée claire de ce qui se passe dans ces opérations; les anciens Chymistes considéroient les acides comme des substances plus simples & existant tout formés, principalement dans les soufres. L'illustre Macquer a encore conservé toute cette partie de la doctrine de *Stahl*, dans la derniere édition de son Dictionnaire; cependant, on voit par l'extrait qu'il donne dans le Journal des Savans, du mois de Décembre 1783 (*p. 867*) de quelques Observations de M. le Comte de Morozzo, qu'il étoit alors moins éloigné d'admettre l'idée de M. Lavoisier, sur l'existence d'un principe acidifiant dans les chaux métalliques, puisqu'il avouoit précisément que ce Savant *lui avoit déjà donné beaucoup de vraisemblance par un grand nombre de très-belles expériences.*

ACIDULE. On se sert ordinairement de cette expression, pour désigner les substances qui participent à un certain point de propriétés acides, soit qu'elles manifestent naturellement ces propriétés, soit qu'elles les doivent à quelque préparation, comme lorsqu'on mêle à quelques liqueurs une très-petite quantité d'acide. Les boissons acidules ou acidulées sont d'un usage assez fréquent en Médecine.

Les eaux gaseuses naturelles, ou chargées artificiellement de gas acide méphitique, sont aussi nommées par la même raison eaux acidules : avant que l'on ne connût l'acide qui les constitue telles, leur saveur piquante les avoit fait distinguer par ce caractère.

Le mot acidule nous sert aussi à indiquer les sels où l'acide est en partie saturé, & qui sont néanmoins employés à la manière des dissolvans acides; dans ce cas, il devient substantif, de même que le mot acide. Ainsi, nous disons *l'acidule tartareux*, *l'acidule oxalin*, &c. Il falloit bien un terme approprié, pour qu'on ne fût pas exposé à confondre ces sels avec leurs acides libres & isolés de toute base. Celui-ci porte avec lui son explication; car un sel qui est en partie neutre, qui ne recèle qu'un léger excès d'acide, est véritablement acidule. *Voy* ACIDE OXALIN, ACIDE TARTAREUX & DÉNOMINATION.

ACIDUM PINGUE, CAUSTICUM; *acide gras*, en allemand, *fett-saure*. C'est sous ces noms que *Fréd. Meyer*, Chymiste d'Osnabruck, a fait connoitre un principe qu'il regardoit comme l'acide primitif, comme une substance qui entroit dans la composition de tous les corps naturels. (*Essais de Chymie sur la Chaux, &c. publiés en allemand en 1764, traduits par M. Dreux, en 1766.*) Il est inutile d'examiner laquelle de ces dénominations est plus conforme à nos regles de nomenclature, puisque l'être qu'elles indiquent tient à une hypothèse qui paroit maintenant abandonnée; mais il faut se garder d'en conclure que l'Ouvrage de Meyer doive aussi être dévoué à l'oubli; il est rempli d'expériences curieuses, dirigées avec sagacité, adaptées à des vues profondes, & sagement raisonnées; il a eu la gloire d'attaquer une des matieres les plus ardues de la Chymie sublime. La sensation qu'a fait son systême, a marqué le but à de nouveaux efforts, & contribué par-là à avancer l'époque des plus importantes découvertes; c'est ce dont on sera convaincu par l'exposition abrégée que je vais donner de sa doctrine; & à ce seul titre, elle mériteroit encore une place distinguée dans l'histoire des opinions qui ont frayé la route pour arriver au vrai. Je ferai ensuite mention du même systême renouvellé par un Chymiste plus moderne, qui a donné à ce principe le nom *d'acide igné*.

§.

Meyer avoit très-bien vu qu'il n'y avoit rien de satisfaisant dans tout ce qui avoit été proposé jusqu'alors sur la chaux, il entreprit de nouvelles expériences pour en découvrir la vraie nature. Il prit de l'eau de chaux, y versa de l'alkali, & obtint un précipité terreux qui n'étoit plus soluble dans l'eau, & qui avoit récouvré toutes les propriétés de la terre calcaire non calcinée; d'autre part, il reconnut que dans cette opération, l'alkali avoit acquis la causticité de la chaux; de là il conclut que cette causticité étoit due à un acide particulier qui s'étoit uni à la terre calcaire pendant la calcination, qui lui étoit repris par l'alkali dans la précipitation; c'est-à-dire, à *l'acidum pingue*.

Cet acide gras, que Meyer appelle aussi *causticum*, est, suivant lui, une substance subtile, élastique, mixte, analogue au soufre, la plus prochaine de la plus pure matiere du feu ou de la lumiere, composé indestructible d'un principe salin acide & de feu, expansible, compressible, volatil, capable de pénétrer tous les vaisseaux lorsqu'ils sont chauffés, & sensiblement pesant. Il a une force astringente, il s'unit par le feu à la terre calcaire, aux alkalis, aux terres métalliques; sa présence constitue le caractère propre de l'alkali volatil dégagé par la chaux. Enfin, il s'échappe en partie dans l'air, pendant la combustion du charbon, & une petite partie se combine avec les cendres.

On aura peine à concevoir aujourd'hui que Meyer ait pu croire ce système fondé, après avoir connu les belles expériences par lesquelles le célèbre Black nous a appris à démontrer que la chaux n'est qu'une terre privée de l'air fixe qui la dulcifioit, & tout en avouant lui-même que *les recherches* du savant Chymyste d'Edimbourg *étoient très-justes en elles-mêmes, & très-avantageuses dans leur vraie application;* cependant, si l'on fait attention qu'indépendamment de la privation de l'acide méphitique ou air fixe, la matière de la chaleur, fixée dans la chaux, paroît réellement contribuer à ses propriétés actuelles (*Voyez* Chaux *&* Calorifique), on sera moins étonné que Méyer ait persisté à penser que la découverte de l'acide méphitique ne suffisoit pas à l'explication de tous les phénomènes; d'autant plus que son *acidum pingue* n'étoit, dans ses propres expressions, que la matière seconde de la chaleur, admettant dans sa composition la lumière qui en étoit le premier élément. Aussi, M. Wenzel, qui est celui de tous les Chymistes, qui a examiné avec plus d'impartialité la doctrine de Meyer, ne paroît-il pas éloigné de penser qu'elle peut à un certain point se concilier avec celle de M. Black, sur-tout pour ce qui regarde les chaux métalliques, dont il a déterminé avec beaucoup de soin l'augmentation de poids dans les calcinations & précipitations : à la vérité, M. Wenzel n'a pas distingué l'air vital de l'acide méphitique, il n'a considéré la chaleur que comme un mode de la matière, & non comme une matière particulière; après cela, il jugeoit très-sainement, en prononçant qu'il étoit impossible de donner une solution complette de toutes les questions que présentoient ces phénomènes. (*Lehre von der Verwandschaft der Korper, &c. page 290.*)

Il faut l'avouer avec M. Lavoisier, Meyer *s'est un peu abandonné à la propension qu'ont tous ceux qui croient avoir découvert un nouvel agent, & qui l'appliquent indistinctement à tout;* c'est là le seul reproche que l'on puisse faire à cet Auteur, & qui est véritablement fondé. En effet, il trouve *l'acidum pingue* dans le quartz, dans le verre, dans l'acide nitreux; c'est lui qui donne la couleur rouge aux charbons ardens, qui s'attache aux métaux précipités ou calcinés, qui dissout la chaux, le soufre, les huiles, qui donne à l'acide vitriolique fumant ses propriétés, qui constitue le gas suffocant de la fermentation & de la combustion, &c. Il en fait la base de l'air, & la matière principale du fluide électrique.

§.

Je n'ai pas besoin de faire observer tous les rapports qui se trouvent entre le système que je viens d'exposer, & celui que M. Sage fait servir présentement de base à la théorie particulière qu'il s'est formée. Son agent est aussi une substance acide très-simple qu'on ne peut produire, ni décomposer, qu'il appelle *acide igné;* qui déplace tous les autres acides de leurs bases, qui est uni à la terre absorbante dans la chaux, qui est le principe de vitrification. On y reconnoît la même génération hypothétique de la plupart des corps naturels; car, suivant M. Sage, l'air vital, le phlogistique, ou principe métallisant, le gas inflammable, le gas acide méphitique, les acides de trois règnes, l'huile & l'éther ne sont que des composés dans lesquels l'acide igné est différemment modifié.

Si cet acide igné est la même chose que l'air vital, ou le principe acidifiant, il est évident que M. Sage n'a fait que substituer une dénomination plus vague à une expression déterminée par les résultats immédiats des expériences, dénomination qui est même peu appropriée, puisque ce principe seroit plutôt *ignifiant* qu'*igné;* dénomination, en un mot, qui ne serviroit qu'à faire confondre dans un seul élément deux êtres très-distincts, la matière acidifiante ou oxigine, & la matière de la chaleur. Mais M. Sage n'a pas voulu qu'on pût l'accuser de suivre la route frayée par les autres Chymistes ses Contemporains; car il admet l'acide igné dans la chaux, dans les alkalis, dans le verre, & dans beaucoup d'autres substances où aucun d'eux n'a encore apperçu de traces de la présence de l'air vital, & il déclare positivement que l'air vital n'est lui-même qu'une modification de ce qu'il appelle acide igné.

Le plus grand nombre des Physiciens me paroit aujourd'hui bien convaincu que toutes ces hypothèses, qui ne portent que sur des ressemblances, des possibilités, des rapports vagues, des analogies apparentes, ne contribuent en rien à l'avancement

de la science; les bons esprits désabusés de la méthode contemplative, ne reconnoissent pour vrai que ce qui suit nécessairement de l'expérience; c'est-à-dire en Chymie, que ce qui est démontré par analyse & par synthèse, ainsi que le dit l'illustre Bergman, dans son discours sur la recherche de la vérité.

ACIER. On nomme Acier (dit très-bien le célèbre Rinman) tout fer qui, étant chauffé au rouge & plongé ensuite dans l'eau froide, se trouve plus dur qu'il n'étoit avant que d'avoir subi cette opération.

Il ne sera point ici question des procédés que l'on emploie dans les manufactures d'Acier; ils appartiennent à la Métallurgie, & on les trouvera décrits séparément à la suite de cet article. Il me reste une assez grande tâche, d'avoir à rendre raison des phénomènes que présente la conversion du fer en acier, d'assigner le degré de confiance que méritent aujourd'hui une théorie qui fut long-temps regardée comme indubitable, & les expériences récentes qui la modifient ou qui la renversent. Mais avant que d'entrer dans cet examen, il faut prendre une idée des progrès des connoissances sur ce sujet.

§. I. *Des progrès des connoissances sur la nature de l'Acier.*

Aristote nous apprend (*Météor. l.* III. *c. 6.*) « que » le fer forgé, travaillé même, peut se liquéfier » derechef & derechef se durcir, & que c'est » par la réitération de ce procédé, qu'on le conduit à l'état d'acier. Les scories du fer se précipitant, dit-il, dans la fusion, elles restent au » fond des fourneaux, & les fers qui en sont débarrassés de cette manière, prennent le nom » d'acier. Il ne faut pas pousser trop loin cet affinage, parce que la matiere qu'on traite ainsi se » détruit, & perd considérablement de son poids; » mais il n'en est pas moins vrai que moins il reste » d'impuretés, plus l'acier est parfait. » Martin Lister remarque qu'il y a beaucoup à desirer dans cette description; il pensoit même qu'Aristote avoit omis quelque circonstance essentielle dans le procédé, parce qu'il y a bien des fers qui, ainsi refondus & purgés plusieurs fois, ne donnent jamais de l'acier.

Ce que *Pline* en dit n'est pas plus satisfaisant. Après avoir remarqué que les mines de fer présentent des variétés infinies, qu'il y en a qui donnent un fer mol comme du plomb, d'autres un fer cassant, d'autres un fer qui contracte plus promptement la rouille, il ajoute: *Et fornacum maxima differentia est; nucleusque quidem ferri excoquitur in his ad indurandam aciem, aliquæ modo ad densandas incudes malleorumve rostra. Summa autem differentia in aquâ est cui subindè candens immergitur .... tenuiora ferramenta oleo restingui mos est, ne aquâ in fragilitatem durentur.* L. 34. cap. 14. On voit par là combien les Anciens attribuoient de vertu à certaines eaux pour la trempe de l'acier. Quelques-uns croient que le nom de *chalybs*, qui fut donné par les Latins à l'acier, étoit originairement celui d'une rivière d'Espagne au Royaume de Galice, qui se jette dans le Vélézar (aujourd'hui *Cabe*), & qui avoit la réputation de donner la meilleure trempe à l'acier.

Il n'est encore question dans *Agricola* que de l'acier par fusion. Voici le procédé qu'il indique, tel qu'il a été tiré de ses Ouvrages (*de Re metallicâ, l.* IX.), par les Rédacteurs de l'ancienne Encyclopédie. Le P. Kircher assure que c'est celui que l'on suit dans l'Isle d'Ilva, où la fabrication de l'acier étoit déjà établie du temps de Pline.

« Choisissez du fer disposé à la fusion, cependant dur & facile à travailler sous le marteau; » car quoique le fer fait de mine vitriolique puisse » toujours se fondre, cependant il est doux, ou » cassant, ou aigre. Prenez un morceau de ce fer; » faites-le chauffer rouge; coupez-le par parcelles; » mêlez-le avec la sorte de pierre qui se fond facilement; placez dans une forge de Serrurier ou » dans un fourneau, un creuset d'un pied & demi » de diamètre & d'un pied de profondeur; remplissez-le de bon charbon; environnez-le de briques, qui forment autour du creuset une cavité qui » puisse contenir le mélange de pierre fusible & de » parcelles de fer coupé.

» Lorsque le charbon contenu dans le creuset » sera bien allumé, & le creuset rouge, faites agir » les soufflets, & jetez dedans peu à peu le mélange de pierre & de parcelles de fer.

» Lorsque ce mélange sera en fusion, jetez dans » le milieu trois ou quatre morceaux de fer; poussez le feu pendant quelques heures; prenez un » ringard; remuez bien le mélange fondu, afin que » les morceaux de fer que vous avez jetés dedans, » s'imprègnent fortement des particules de ce mélange: ces particules consumeront & diviseront » les parties grossières des morceaux de fer auxquels elles s'attacheront; & ce sera, s'il est permis de parler ainsi, une sorte de ferment qui les » amollira.

» Tirez alors un des morceaux de fer hors du feu; » portez-le sous un grand marteau; faites-le tirer en » barre & tourmenter, & sans le faire chauffer plus » qu'il ne l'est, plongez-le dans l'eau froide.

» Quand vous l'aurez trempé, cassez-le, considérez son grain, & voyez s'il est entiérement » *acier*, ou s'il contient encore des parties ferrugineuses.

» Cela fait, réduisez tous les morceaux de fer » en barre; soufflez de nouveau; réchauffez le creuset » & le mélange, & rafraichissez de cette manière » ce que les premiers morceaux n'ont pas bu; remettez-y, ou de nouveaux morceaux de fer; si » vous êtes content de la transformation des premiers, ou les mêmes s'ils vous paroissent ferrugineux; & continuez comme nous avons dit ci-dessus. »

Suivant *Beccher*, dans sa Physique souterreine, (*liv. I, sect. 5, chap. 3*) la conversion du fer en acier, est absolument l'ouvrage du feu; car tout consiste à exposer le fer à une chaleur violente, jusqu'à ce que les parties extérieures commencent à couler: alors, si on le forge & qu'on le trempe, il a toutes les propriétés de l'acier. Il observe qu'on obtient la même chose, en enfermant le fer dans un creuset *vuide*, & en lui faisant subir la même chaleur pendant 48 h. sans que le fer entre en fusion, *ce qui empêcheroit la réussite de l'opération*; mais pour cela, il faut que le creuset soit parfaitement clos : s'il étoit découvert, tout le fer seroit calciné.

L'illustre *Réaumur* est le premier qui ait parlé d'une manière claire de la méthode de convertir le fer forgé en acier par la cémentation, méthode déjà pratiquée depuis long-temps dans quelques atteliers d'Angleterre, d'Italie & d'Allemagne, mais qui se conservoit mystérieusement dans ces fabriques, & dont les recettes publiées dans les *livres à secrets*, étoient si différentes & si incomplettes, qu'il lui fut plus facile de trouver le vrai procédé que de le démêler. (*Art de convertir le fer forgé en acier, &c. publié en 1722, p. 8.*)

Réaumur distingue en conséquence trois manières de faire l'acier. La *première* & la plus commune, est celle qui emploie le fer crud ou fer fondu, coulé hors du fourneau. Par la *seconde*, on convertit le fer fondu en acier sans le couler hors du fourneau; cest l'acier qui doit le moins à l'art, s'il y a des mines qui puissent être appellées mines d'acier, ce sont celles qui le fournissent; après avoir fondu la mine, on réduit la fonte qui en est venue à prendre de la consistance, elle donne une masse ou *masset* qui se moule sur le fond du fourneau : cette masse étant divisée & forgée sous le marteau, *une partie de chaque barre se trouve acier, & le reste est fer*, c'est-à-dire qu'on retire ordinairement un cinquième ou un quart d'acier. La *troisième* manière, est de convertir en acier des barres de fer forgé, & qui donne des aciers fins d'autant plus parfaits, qu'on *est en quelque sorte maître de les rendre fins & durs, au point où l'on veut, & d'empêcher qu'il n'y reste ni veine, ni grain de fer.* Réaumur conclut de ses essais qu'il falloit par quintal de bon fer, un cément composé d'environ 7 liv. de suie, $3\frac{1}{2}$ liv. de poussiere de charbon, $3\frac{1}{2}$ liv. de cendres neuves, & $2\frac{1}{2}$ liv. de sel commun.

Les expériences très-multipliées de ce Physicien laborieux ont répandu quelques rayons de lumière sur cette matière jusques-là très-obscure, & peuvent encore fournir aujourd'hui grand nombre d'applications & de conséquences utiles, mais il a plus fait pour la pratique que pour la théorie : ses principes étoient *que le feu seul ne convertit pas le fer en acier, qu'il n'y parvient qu'en y introduisant des parties salines & sulfureuses*, ou, comme il le dit ailleurs, *des parties huileuses & salines*; que le fer forgé ne différoit de l'acier, que parce qu'il avoit plus de soufre & de sel; que changer le fer forgé en acier, c'étoit lui donner de nouveaux soufres & de nouveaux sels; que l'acier *gerseux*, ou *l'acier trop acier* péchoit par l'excès de ces matières, que le fer avoit reçues d'une trop forte dose de cément, ou de la durée du feu; qu'on le ramenoit au point convenable, en le cémentant dans la chaux d'os, dans la craie, parce que ces matières étoient avides de soufres & de sels. On ne doit pas omettre cependant qu'avant Réaumur, on croyoit assez généralement que l'acier n'étoit qu'un fer plus pur, & qu'il paroit l'avoir le premier considéré, comme étant dans un état moyen entre le fer fondu & le fer forgé, de sorte qu'il faut ôter à la fonte ce qu'elle a de trop, rendre au fer forgé ce qu'il a perdu de trop, pour leur donner le caractère d'acier. Nous verrons dans la suite cette même idée former la conclusion finale d'une analyse bien plus recherchée.

Cependant Stahl avoit dit que le fer cémenté en vaisseaux clos avec les charbons de bois dur, les os, les cornes & les poils, acquéroit du phlogistique, & devenoit en même temps comme l'acier (*Fundamenta Chemiæ, &c. part. 3, p. 451*), & telle a été, jusques dans ces derniers temps, l'opinion de ses disciples, qui n'ont considéré l'acier que comme du fer, dont la métallisation étoit plus parfaite; on retrouve cette théorie dans les ouvrages de *Henckel*, de *Newman*, de *Cramer*, *Gellert*, *Buquet*, *Rinman*, &, à vrai dire, de tous les plus célèbres Chymistes & Métallurgistes. L'illustre *Macquer* donnoit encore comme une vérité certaine, dans la derniere édition de son Dictionnaire, que l'acier n'étoit que du fer contenant *moins de parties hétérogènes, & une plus grande quantité du principe inflammable.*

Le savant Professeur d'Upsal, qui, dans ses notes sur Scheffer (§ 297) avoit lui-même enseigné que les propriétés de l'acier paroissoient dépendre principalement d'une certaine quantité de phlogistique, publia en 1781 sa belle analyse du fer, dans laquelle il établit pour caractères distinctifs du fer de fonte, du fer forgé & de l'acier, des proportions différentes de phlogistique, de calorifique, & sur-tout de plombagine ; c'est assez d'annoncer ici les résultats généraux de ses nombreuses expériences, que je serai obligé de rappeller & d'examiner. D'autre part, l'illustre Historien de la nature a pensé que le fer, en devenant acier, acquéroit plus de matière qu'il n'en perdoit, que c'étoit *la substance même du feu qui se fixoit dans l'intérieur du fer, & qui contribuoit encore plus que la bonne qualité & la pureté du fer à l'essence de l'acier*; en quoi il a été suivi par M. Grignon : enfin l'existence du phlogistique de Sthal est elle-même remise en question par quelques-uns des plus célèbres Chymistes modernes.

Ainsi, l'ancien systême a besoin de nouvelles preuves, les opinions nouvelles sont encore loin d'obtenir l'assentement général; l'art reste sans théorie, la science sans principes assurés sur le phénomène important de la conversion du fer en acier : voilà exactement ou en est présentement la Chymie sur cette matière, j'ai donc pu dire avec quelque fondement que c'étoit une assez grande tâche que d'avoir à dé-

terminer dans ces circonstances ce qui est le plus probable.

§. II. *Examen des faits qui doivent servir de base à la théorie de la conversion du fer en acier, & des conséquences qu'ils présentent.*

Les questions que présente cet examen peuvent être distribuées sous cinq chefs principaux, & dans l'ordre suivant : 1°. tout fer peut-il devenir acier ? 2°. Quels sont les moyens d'opérer cette conversion ? 3°. Par quels procédés l'acier peut-il être ramené à l'état de fer ? 4°. Quel est l'effet de la trempe & du recuit sur l'acier ? 5°. Enfin, Quels sont les caractères & les propriétés qui distinguent l'acier du fer?

I. *Tout fer peut devenir acier*, c'est un fait qu'il est facile de prouver, & même qui sera généralement accordé, dès qu'on voudra bien faire attention qu'il ne s'agit ici que d'une vérité de science qui est indépendante de toute application, & non un principe d'art qui est toujours subordonné à la comparaison des dépenses & des produits. Quelque compliqués, quelque laborieux que soient les procédés pour ramener tous les fers de différente qualité à un seul fer parfaitement identique, ils sont dans la main du Chymiste, qui, en variant les combinaisons, & mettant successivement en jeu autant d'affinités qu'il est nécessaire, peut à la fin parvenir à séparer la pure terre martiale de toute matière étrangère, & la réduire, après cette purification, en un métal parfaitement homogène. Ce métal peut être converti en acier, il est donc certain que tout fer est nécessairement susceptible de cette conversion.

Cela n'empêche pas, comme l'on voit, qu'il n'y ait des mines de fer plus disposées à donner de l'acier & même des mines, que par cette raison on peut nommer mines d'acier : telles sont celles que les Allemands appellent *Stahlstein*. L'illustre Bergman, avant que d'avoir donné son analyse du fer, écrivoit dans sa dissertation sur les mines de fer blanches, (§. §. *IX. & X.*) que 100 liv. de régule de la mine d'*Eisenertz*, tenoient 30,95 de manganèse, & que c'étoit à cette manganèse *qu'il falloit attribuer la supériorité de l'acier des mines de fer blanches* ou spatiques, *qu'elle augmentoit leur dureté, & leur communiquoit une couleur argentine.* Mais on n'a pas encore tenté de faire de l'acier avec la manganèse pure, & il n'y a pas d'apparence que l'on y réussit; d'autre part, on obtient de l'acier des mines de fer, qui ne contiennent point de manganèse, ou du moins qui n'en contiennent que dans une proportion très-foible & absolument incapable d'influer sensiblement sur les qualités du produit : ce n'est donc ni la manganèse qui reçoit & communique le caractère de l'acier, ni même l'alliage de fer & de manganèse en certaines proportions qui jouit exclusivement des propriétés essentielles au métal, que nous nommons acier. Tout ce que l'on peut conclure des observations bien constatées sur la prééminence des mines de fer spatiques pour la fabrication de l'acier, c'est que la présence d'une partie, même assez considérable, de manganèse n'affoiblit pas sensiblement dans le fer devenu acier, les qualités propres à cet état, & que cet alliage met le fer dans une condition plus favorable pour être changé en acier. On sait que la mine de fer spatique exposée seule au feu en vaisseau clos, devient assez fluide pour percer le creuset, c'est un fait que j'ai moi-même observé plus d'une fois; ce seroit s'abuser volontairement, que d'attribuer cet effet à l'action de la terre calcaire sur le quartz du creuset, puisqu'au même degré de feu la chaux adhéreroit à peine à la surface; il faut reconnoitre qu'il est décidé par la propriété éminemment vitrescible de la manganèse, & il ne faut pas chercher d'autre cause disposante que cette fluidité même à la réduction plus entière, à la dépuration plus exacte du métal. Au reste, de quelque manière que la manganèse agisse, c'est toujours le fer qui devient acier, qui le devient avec elle, comme sans elle. J'ai déjà annoncé dans les Elémens de Chymie de l'Académie de Dijon (tome I, p. 247) que j'avois vu aux forges de Buffon, des massets, mi-partis d'acier, retirés par la fusion, suivant la méthode catalane, de mines en grains qui étoient fort éloignées de la qualité des mines de fer spatiques, & si pauvres de manganèse, qu'elles ne verdissoient pas sensiblement avec le nitre en fusion. Mais ce qui me paroît devoir trancher toute difficulté à cet égard, c'est que M. Bergman a lui-même traité plusieurs aciers qui ne lui ont donné que $\frac{1}{100}$ de manganèse (*analyse du fer*, §. §. *8 & 9*). On n'imaginera pas sans doute qu'une aussi foible proportion ait pu contribuer à la production de l'acier, sur-tout, lorsqu'on voit des fers qui en contiennent près d'un tiers, conserver l'état de fer ductile.

Concluons donc déjà que le fer est par lui-même, & indépendamment des matières étrangères auxquelles il est accidentellement uni, susceptible de passer à l'état d'acier; que ces matières peuvent, suivant leur nature, favoriser cette conversion, ou la rendre plus difficile, mais qu'elles n'y concourent pas essentiellement : c'étoit le premier point à acquérir.

II. *Quels sont les moyens de convertir le fer en acier ?* C'est de la résolution de cette question que nous devons nous promettre les lumières les plus sûres pour arriver à la vraie théorie de cette opération; puisque, si nous parvenons à circonscrire les conditions qui suffisent, & les matières qui concourent essentiellement à cette nouvelle production, il sera plus facile d'en déduire la cause immédiate des changemens que l'on observe. Commençons donc par prendre une idée, non-seulement des procédés en usage, mais aussi de tous ceux par lesquels on a réussi à produire l'acier; & laissant à l'écart les recettes composées qui ne permettent pas de découvrir quelle part chacun des agens peut avoir à l'effet, attachons-nous particulièrement à ceux qui, n'employant qu'une matière, ou qu'une condition,

donnent, par cela même, des résultats moins équivoques & des conséquences plus certaines.

J'ai annoncé qu'il y avoit deux manières principales de faire l'acier, l'une *par fusion*, c'est-à-dire, en faisant passer la fonte elle-même à l'état d'acier, soit en lui laissant prendre une certaine consistance sur le fond du fourneau, soit en retraitant la fonte coulée hors du fourneau. La seconde, *par cémentation*, dans laquelle on emploie le fer forgé en barres, que l'on expose à une chaleur long-temps continuée, environnées de poussiere de charbon.

Chacun de ces aciers peut avoir quelque prérogative dépendant de la réunion plus ou moins parfaite des molécules, de la conversion plus ou moins uniforme, & sur-tout de l'état du fer cémenté; mais quand on ne s'occupe que de l'acte même de la conversion, il est évident que, dans les deux méthodes, le même effet absolu est produit précisément par les mêmes causes : la chaleur & le contact des matières charbonneuses, ou, pour mieux dire, le séjour dans ces matières; car personne n'ignore que l'on consomme bien plus de charbon pour la même quantité de mine, lorsqu'on veut l'amener à l'état d'acier, que lorsqu'on veut en tirer seulement du fer; on a même la précaution de garnir les fourneaux de poussière de charbon, d'en couvrir les massets dès qu'on les retire, &c. Puisque ces circonstances suffisent pour donner de l'acier au lieu de fer, on doit d'autant moins hésiter de leur attribuer l'effet, qu'elles se rencontrent précisément les mêmes dans l'opération qui convertit le fer ductile en acier. La seule différence que l'on pourroit remarquer entre les deux méthodes, c'est que, dans la première, le charbon environnant n'est pas également défendu de l'accès de l'air; mais il ne faut pas imaginer pour cela que tout le charbon que l'on emploie s'enflamme subitement, & n'agisse que par la chaleur qu'il produit; on sait au contraire qu'il seroit contre l'objet de laisser pénétrer l'air jusqu'à la surface de la masse en fusion : la manipulation rétablit par conséquent à un certain point la condition qui ne se trouve pas dans l'appareil.

Pour mettre en état de suivre & d'observer les phénomènes de la conversion du fer en acier, il me suffira donc d'exposer le procédé de la cémentation, dans lequel ils se présentent d'une manière moins confuse, & qui est précisément celui que l'on peut exécuter le plus commodément dans les Laboratoires.

On prend des barreaux de fer, on les met dans un creuset cylindrique, de manière qu'ils soient environnés de toute part de charbon pulvérisé, & même que la poussière de charbon venant à se tasser, ils en restent cependant couverts : on a attention que les barreaux ne se touchent pas, & qu'ils soient éloignés des parois du creuset d'à peu près un pouce. Ayant lutté le couvercle, on place le creuset dans le fourneau, où on entretient un feu capable de le porter au rouge-blanc pendant sept à huit heures.

Le fourneau étant refroidi, on trouve le charbon aussi noir & présentant les mêmes apparences que lorsqu'on l'a introduit dans le creuset, à moins que, par quelqu'accident, l'air n'ait eu accès dans l'intérieur. Les barreaux conservent leur forme extérieure, à la réserve de quelques boursoufflures que l'on apperçoit à la surface; mais l'état du fer a bien changé. Si on le découvre à la lime, par laquelle il se laisse encore entamer, & qu'on le touche avec l'eau forte, elle y forme une tache noire au lieu d'une tache blanche. De ductile qu'il étoit, il est devenu aigre & cassant; il montre dans sa cassure un grain plus gros & plus brillant; il a besoin d'être chauffé & forgé, pour recouvrer sa ductilité. Lorsqu'il a été ainsi travaillé sous le marteau, il se retrouve encore plus malléable qu'il n'étoit auparavant; & si après l'avoir chauffé au rouge, on le refroidit subitement dans l'eau, il acquiert une dureté dont il n'étoit pas susceptible avant cette opération, il a donc été converti en acier.

Tel est le procédé le plus sûr, le plus en usage pour cette conversion; mais avant que d'en tirer aucune conséquence, il est nécessaire pour notre objet, de réunir toutes les expériences qui indiquent les matières que l'on peut substituer, les circonstances que l'on peut changer, en un mot, ce qui détermine ou ce qui empêche la production de l'acier. L'analyse du fer de l'illustre Bergman va nous fournir ici un grand nombre d'observations importantes. J'y réunirai celles que rapporte le célèbre Rinman dans son histoire du fer, & quelques-unes aussi qui me sont propres. Je les diviserai en deux classes : celles sur la fonte ou le fer crud, & celles sur le fer ductile.

Expériences sur la fonte ou le fer crud.

1°. M. Bergman a fondu sans addition, dans un creuset fermé, 2 quintaux docimastiques de fonte de Leufstadt en Roslagie, qui donne un bon fer ductile; il a trouvé un régule noir pesant 196 liv. peu malléable; cédant à la lime, mais difficilement, dont la cassure cendrée montroit de petites lames brillantes, & qui, à toutes les épreuves, a été reconnu pour un *excellent acier*; il n'y a point eu de scories. Le même essai répété dans un creuset dont le couvercle n'étoit pas lutté, il n'y a eu de différence qu'en ce que le régule pesoit 2 liv. de moins. (*Expér. 97 & 98.*)

2°. Deux cents livres de même fonte poussées à la fusion avec 67 livres de chaux ou craie calcinée, ont donné un régule du poids de 191 livres, *ayant le caractère de l'acier.* (Expér. 116.)

3°. Dans un flux composé de parties égales de chaux & de quartz, la fonte a donné 192 livres de régule, un peu plus malléable que le précédent, *ayant le caractère de l'acier.* (Expér. 117.)

4°. Dans la chaux noire de manganèse, cette fonte a donné un régule qui cédoit au marteau & à la lime, *& qui étoit acier.* (Expér. 112 & 113.)

5°. Pareille quantité de cette fonte a donné, avec le verre cryſtallin, un régule de 198 livres, cryſ-

tallisé à la surface, cassant sous le marteau, cédant à la lime, *montrant tous les caractères du meilleur acier anglois*. (Expér. 115.)

6°. Cette fonte traitée avec la chaux de plomb récemment fondue & réduite en poudre, a donné un régule qui surnageoit le plomb revivifié, qui se brisoit sous le marteau, cédoit à la lime, & *montroit la plupart des caractères de l'acier*. (Expér. 110 & 111.)

7°. La même fonte poussée à la fusion, soit avec l'hématite noire, soit avec le précipité de vitriol de mars rougi dans un creuset, & encore magnétique, soit avec une chaux de fer obtenue par la calcination du fer forgé & non magnétique, a donné un régule qui n'étoit que du fer très-ductile. (*Expér. 92, 93 & 94.*) Cependant avec le safran de mars de Dylta, le régule a paru s'approcher de l'état d'acier. (*Expér. 93.*) Avec la chaux de fer cassant à chaud, elle a donné un fer qui avoit le même vice. (*Expér. 129.*) Avec la chaud de fer cassant à froid, elle a produit *un excellent acier*. (Expér. 128.)

8°. M. Bergman n'avoit traité la fonte avec la plombagine qu'à la cémentation, il avoit seulement observé qu'elle n'avoit rien perdu de son poids, & le régule s'étant égaré, il n'avoit pu l'examiner. (*Expér. 130.*) Cette expérience m'a paru une des plus importantes, je l'ai répétée au feu de fusion, avec la fonte grise de Foucherans en Franche-Comté: 150 grains mis en trois morceaux dans un creuset rempli de plombagine pulvérisée, ont donné un seul régule dans lequel les trois morceaux étoient réunis, formant néanmoins une masse plutôt quarrée que globuleuse, pesant, après avoir été bien nettoyée, 149 grains $\frac{1}{2}$, ayant toujours l'apparence micacée. Sa pesanteur spécifique ne se trouva que de 6,847 livres. Le régule cédoit facilement à la lime, il fut taché par l'eau forte comme l'acier, mais il ne prit pas la trempe. La plombagine avoit acquis un peu de magnétisme, le barreau aimanté en enlevoit chaque fois des parcelles.

9°. J'ai pensé qu'il seroit également intéressant de traiter à la fusion la fonte avec la terre calcaire & avec la chaux; j'ai mis en conséquence 150 grains de la même fonte grise de Foucherans, dans un creuset que j'ai rempli de *spat calcaire pulvérisé*, & j'ai obtenu un régule du poids de 147 grains $\frac{1}{2}$, il n'étoit pas parfaitement en globule, mais les angles étoient bien arrondis; il s'étoit formé un peu de flux vitreux d'un vert clair, aux dépens de la substance du creuset qui étoit sensiblemenr attaqué. Ce régule étoit bien plus compact que celui de l'expérience précédente, car sa pesanteur spécifique s'est trouvée de 6,949, il cédoit facilement au marteau & à la lime, & se découvroit d'un blanc plus vif que le précédent; c'étoit de *très-bon acier* qui prenoit une trempe très-dure.

10°. Avec la *chaux vive* récente, la fonte a été de même convertie en acier de pareille qualité; le flux vitreux étoit seulement d'un vert plus opaque; il s'étoit formé deux régules en boutons séparés, pesant ensemble 147 grains $\frac{1}{4}$.

11°. J'ai traité la fonte *seule* au même feu de fusion, dans un creuset garni de son couvercle bien luté: 150 grains de fonte grise de Foucherans ont fourni un régule qui a d'abord paru n'avoir pas changé de forme; mais cette apparence étoit produite par une portion de la surface calcinée qui s'étoit conservée, & dont la partie supérieure étoit creuse, le reste du métal ayant coulé en un bouton arrondi qui occupoit le bas; ce bouton pesoit 143 grains $\frac{1}{2}$; il cédoit à la lime & un peu au marteau; l'acide nitreux le tachoit comme l'acier, mais il n'a pas durci à la trempe.

12°. J'ai encore poussé à la fusion 150 grains de même fonte, dans un creuset de hesse, avec le *minium*, ou chaux rouge de plomb, en quantité suffisante pour couvrir la fonte; le creuset a été tellement attaqué, qu'il s'est affaissé d'un côté, & je n'ai trouvé qu'un globule de 43 grains, logé dans un des angles, & environné d'un verre très-noir; c'étoit un *excellent acier*, & qui a pris la trempe la plus dure.

M. Bergman a aussi essayé de cémenter simplement, & sans pousser à la fusion, la fonte de Leufstadt, avec diverses matières, dans de petites fioles de verre enfermées dans des creusets remplis de craie pulvérisée, qu'il a tenus pendant quinze heures dans un four à potier: je dois faire connoître le résultat des expériences les plus décisives.

13°. Cette fonte cémentée *dans la terre calcaire*, a augmenté de poids de plus d'un centième; elle s'est trouvée couverte d'une croûte calcinée, qui se détachoit par la percussion, & qui étoit attirée par l'aimant; le noyau étoit un peu malléable, & *avoit le caractère d'acier*. (Expér. 131.)

14°. *Dans la chaux de manganèse*, elle a pris à peine une augmentation de poids de $\frac{1}{100}$; elle portoit une croûte calcinée & pourtant sensible à l'aimant; le noyau n'étoit toujours que de la fonte, n'ayant ni les caractères du fer ductile, ni ceux de l'acier. (*Expér. 132.*)

Dans les expériences très-multipliées, que le célèbre *Rinman* a rapportées dans son histoire du fer, j'ai choisi celles qui suivent & qui m'ont paru les plus importantes pour la théorie de l'acier.

15°. Un ringard de fonte ayant été placé sur la tympe d'un haut fourneau, fut à demi fondu; on remarqua en le cassant, que le côté tourné du côté du feu, étoit devenu fer doux de $\frac{1}{4}$ de pouce d'épaisseur; que la couche plus épaisse qui suivoit, *étoit d'acier*; que la partie extérieure exposée à l'action de l'air, avoit conservé tous ses caractères de fer crud; enfin, que ce qui s'étoit formé en gouttes, *étoit entièrement de l'acier*. (*Færsæk till jaernets historia, &c. af Swen Rinman*, §. *89*, *n°. 1.*)

16°. Des morceaux de fonte grise placés *seuls* dans des creusets bien lutés & tenus au fourneau d'acier pendant douze jours, ont été trouvés couverts d'une pellicule calcinée, ils étoient sensiblement adoucis à la surface, mais n'étoient pas convertis en acier, n'ayant pu être forgés à chaud.

Un

Un autre morceau de fonte fut placé dans un creuset vuide, & tenu à un fourneau à vent très-fort, une partie coula en goutte, elle se laissa mettre en lame, *c'étoit de l'acier fin;* la partie non fondue, environnée de scories, étoit du fer ductile. (*Ibid.* §. *265, n. 1.*)

17°. Un morceau de fonte grise, très-net, de la largeur d'un demi-pouce, de $\frac{1}{4}$ de pouce d'épaisseur, fut mis *dans la poussière de charbon*, & tenu au fourneau d'acier pendant 11 jours : il se trouva avoir augmenté d'environ $\frac{1}{200}$ de son poids; il n'y avoit point de traces de scorie, mais une pellicule semblable à la plombagine; sa surface cédoit à la lime; il ne put être forgé ni à chaud, ni à froid; après avoir été cassé, sa cassure présenta au milieu un grain qui approchoit de celui de l'acier avec des stries blanches plus fines vers les angles.

Dans cette cémentation, ajoute l'Auteur, de plus petites baguettes de fer crud sont bien changées entièrement *en acier*; mais il est si cassant, qu'il est impossible de le forger. (*Ibid. n°. 2.*)

18°. La même fonte cémentée *à la manière de Réaumur*, c'est-à-dire, dans un mélange de poussière de charbon, de suie, de cendre & de sel commun, cédoit de même à la lime, ne souffroit pas plus le marteau; chauffée à blanc, & trempée dans l'eau, sa surface s'est durcie, mais ce n'étoit qu'une croûte mince sous laquelle étoit du fer noir. Une portion de cette croûte qui avoit coulé, étoit de *très-bon acier.* Un autre morceau de fonte grise traitée de la même manière, puis forgée à chaud & trempée, devint si dure, que la lime ne pouvoit y mordre. (*Ibid.*)

19°. Un morceau de fonte, à grains fins, d'un gris clair, de l'épaisseur de $\frac{1}{2}$ de pouce, de la forme d'une lame d'épée, fut cémenté pendant quatorze jours dans *la poudre d'os calcinés au blanc* : il se trouva après cela plus traitable à la lime, malléable à froid, présentoit des lames blanches dans sa cassure, se laissoit forger & étendre après avoir été chauffé au rouge, soudoit passablement avec le sable fin, pouvoit être limé en petits barreaux, & se comporta à la trempe comme de l'*acier fin.* Il paroissoit seulement que la surface extérieure avoit passé à l'état de fer. (*Ibid. n. 3.*)

20°. Un morceau de pareille fonte tenu de même dans un cément composé de parties égales d'*os calcinés* au blanc, & de *poussière de charbon*, a bien durci à la trempe, & présenté à la cassure le grain d'un *acier commun*, mais il se brisa tout de suite sous le marteau. La fonte blanche, traitée dans le même cément, se montra d'abord un peu plus douce, cependant elle se fendit bientôt vers les angles. (*Ibid.*)

21°. Pour déterminer encore avec plus de précision l'action différente de ces cémens, M. Rinman imagina de garnir le fond d'un creuset du *mélange* de poudre d'os & de charbon, & la partie supérieure de *seule poussière d'os*, & d'y placer un barreau de fonte pareille à celle du n°. 19 : après l'avoir tenu pendant 4 heures au fourneau à vent, il trouva la portion du barreau qui étoit environnée de poudre d'os, malléable à chaud & à froid, & *convertie pour la plus grand partie en acier;* il y restoit seulement un noyau de fer, parce que le feu n'avoit pas été continué assez long-temps. Au contraire, la portion inférieure étoit cassante comme auparavant, elle ne prit la trempe que comme la fonte ordinaire; à son extrêmité qui avoit commencé à entrer en fusion, se trouvoit une larme ductile comme un acier tendre. (*Ibid.*)

22°. La fonte mise dans le même cément composé, après avoir été enduite de muriate mercuriel, ou de muriate ammoniacal, n'a pas été plus avancée à l'état d'acier. (*Ibid.*)

23°. Un morceau de fonte qui avoit été précédemment adouci par une addition de fleurs de zinc (*gallmei blomma*) fut cémenté de nouveau dans la cendre d'os au fourneau à vent, & y devint *acier fin;* il y avoit seulement à sa surface extérieure, une couche qui avoit passé à l'état de fer, ce qui arrive toujours (ajoute l'Auteur) quand le centre passe à l'état d'acier. (*Ibid.*)

24°. Une écaille mince de fonte grise, traitée dans le même cément, commença à fondre en un bouton qui s'étendit sous le marteau; à la trempe *le milieu se montra vrai acier,* ce n'étoit que du fer vers les angles. (*Ibid.*)

25°. La fonte coulée au fourneau de réverbère, dans le sable ou dans l'argille, & qui étoit blanche dans sa cassure, fut cémentée pendant onze jours, dans la cendre d'os, au fourneau d'acier : *elle se trouva convertie en acier fin & dur;* mais en voulant la décaper, on y apperçut une infinité de points noirs & de gersures qui se rapprochoient de la fonte coulée au feu de réverbère. (*Ibid.*)

26°. Deux morceaux de fonte, l'une grise, que M. Bergman croit très-chargée de phlogistique (*nædsatt*); l'autre blanche, la plus pauvre de phlogistique, suivant le même Chymiste (*haordsatt*), furent mis dans des creusets de hesse, luttés, remplis de cément de cendres d'os, & exposés pendant trois heures au feu le plus violent d'un fourneau à vent : ils se trouvèrent après cela malléables à chaud & à froid, la fonte blanche plus encore que la fonte grise, sans aucune trace sensible de calcination, la surface étoit du fer qui ne prit pas la trempe, *le noyau d'acier fin.* (*Ibid.*)

27°. M. Rinman a tenu pendant onze jours, au fourneau de cémentation, dans des caisses de bonne argille, bien couvertes, *avec la cendre d'os*, différentes fontes telle que la fonte grise d'Hællefors, adoucie & non adoucie, de la fonte blanche de Dannemora, des fontes des mines de Straorz, de Kopparberg, &c. Après l'opération, toutes ont présenté des aciers plus ou moins fins, quelques-uns seulement étoient moins ductiles après avoir été chauffés au rouge, ou conservoient un noyau dont la conversion n'étoit pas entière. Les fontes blanches, sur-tout celles qui avoient été refondues & coulées dans un moule couvert, produisirent *des aciers* qui se polissoient parfaitement, dont le tranchant étoit d'un bon usage, cependant plus cassant que celui de l'acier

fondu. La fonte grise d'Hællefors donna à la forge une légère odeur de soufre, comme on le remarque aussi en forgeant l'acier cémenté.

28°. Un morceau de fonte blanche des mines de Klapperud en Dalland, tenant manganèse, qui n'étoit pas attiré par l'aimant, ayant été traité de même au fourneau, *avec la cendre d'os*, fut enlevé par l'aimant après l'opération ; cependant il n'étoit pas malléable, l'intérieur étoit aussi cassant qu'auparavant, il étoit seulement couvert dans la partie supérieure, d'une lame de fer doux. La cendre d'os, qui touchoit le morceau, étoit devenue verte ; on sait que la manganèse prend cette couleur à un pareil degré de chaleur. (*Ibid.*)

29°. Au feu de cémentation ordinaire, qui convertit complètement une barre de fer de 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur, on ne peut convertir la fonte que de $\frac{1}{4}$ de pouce avec le cément de *cendre d'os ;* à une chaleur plus violente, ou en répétant l'opération, on obtient quelque chose de plus. (*Ibid.*)

30°. *Dans la chaux vive blanche*, la fonte blanche de Dannemora cémentée pendant six jours, fut *convertie en acier*, qui se laissa forger & étendre à chaud, qui paroissoit un peu tendre, mais qui, après la trempe au rouge, n'étoit plus entamé par la lime; dans sa cassure, on voyoit encore au milieu des parties poreuses qui le rendirent très-susceptible de la rouille.

La fonte grise ne put soutenir le marteau à chaud, elle sauta en écailles brillantes comme la plombagine ; elle étoit encore plus disposée à la rouille que la précédente.

La *pierre calcaire* réduite en poudre fine, employée pour cément avec la fonte grise d'Hællefors, se trouva, après l'opération, calcinée au point de faire peu d'effervescence avec l'eau-forte, & de ne donner qu'un gas hépatique. La fonte étoit cassante ; elle présentoit une cavité remplie en partie d'une matière d'un gris blanc, ressemblant à des fleurs de zinc, mais qui ne se dissolvoit pas dans l'acide nitreux, & paroissoit être ce qu'on a nommé *amiante de fer ;* cette fonte durcie par la trempe, ressembloit à un *acier grossier*, inégal & pailleux ; elle ne pouvoit être forgée à chaud. Une partie qui avoit coulé en globule, se trouva changée en acier grossier, mais malléable.

En général, la pierre calcaire crue, a paru porter la fonte à l'état de fer ductile, mais non à l'état d'acier ; au contraire, la chaux vive, soit éteinte, soit non éteinte, a mieux réussi pour l'amener à l'état d'acier. La fonte grise ne donne point de cette manière de bon acier ; il est meilleur avec la fonte blanche. (*Ibid. n°. 4.*)

31°. La fonte grise & la fonte blanche de Dannemora, cémentées pendant douze jours *dans la craie pulvérisée*, se sont trouvées très-ductiles, avec une lame de fer à la surface, & *de l'acier dessous ;* la dernière étoit mieux convertie, pouvoit être forgée, & a donné à la trempe un tranchant dur, seulement un peu cassant. La fonte s'est comportée de même dans le cément d'écailles d'huitres ; il n'y a eu de différence qu'en ce qu'elle étoit un peu adoucie. (*Ibid. n°s. 5 & 6.*)

32°. *Dans le gypse crud*, la fonte perd ordinairement dix à vingt pour cent, une partie est calcinée par le soufre qui se forme, une partie devient fer doux; cependant un morceau de fonte blanche, fouettée d'un peu de gris, s'est trouvé *converti en acier*, sans avoir la croûte de fer doux, & se laissoit très-bien étendre à chaud. *Le spat pesant*, employé comme cément, a présenté les mêmes phénomènes, la fonte a passé à l'état de fer ductile noir, & a donné, après avoir été forgée & trempée, un *acier dur*, mais pailleux. (*N°s. 7 & 8.*)

33°. La fonte blanche cémentée pendant 10 jours *dans le feld-spat blanc*, a été convertie *en acier;* elle étoit grise dans la cassure, avec des stries blanches brillantes; le feld-spat avoit coulé, de même que le creuset, en une masse grise vitreuse dans laquelle le fer se trouva enveloppé sans présenter la moindre apparence de calcination. (*N°. 9.*)

34°. *Le quartz blanc pulvérisé* ayant été substitué comme cément, après l'opération il s'est trouvé de même encore pulvérulent, seulement un peu coloré en rouge, près du fer, mais non adhérent. Un morceau de fonte blanche s'y étoit conservé sans calcination sensible ; il pouvoit être forgé à chaud en lame mince ; les deux tiers étoient convertis *en acier fin*, mais il y avoit un noyau qui n'avoit changé que par la couleur, étant devenu noir. (*N°. 10.*)

35°. Deux morceaux de fonte grise furent mis dans un creuset de hesse, environnés de *verre vert pulvérisé*, & exposés d'abord à un feu doux, pendant trois heures, ensuite au plus grand feu de fusion ; ils se trouvèrent fondus en un régule blanc, bien net & sans diminution de poids, qui céda facilement à la lime, mais qui, étant chauffé, ne put être forgé long-temps sans éclater vers les bords ; il durcit à la trempe, & présenta dans sa cassure un grain fin, mais mat; blanc, mais non d'une couleur égale ; de sorte que ce n'étoit encore que de la fonte près de passer à l'état d'acier fondu. (*Ibid.*)

36°. La fonte grise cémentée pendant dix jours *dans l'argille blanche de Cologne* calcinée, a montré dans sa cassure un grain d'un gris clair, cédoit à la lime & au marteau, & s'est comportée à la trempe, absolument comme de l'*acier grossier*. L'argille avoit passé au gris noir ; elle étoit agglutinée, mais non fondue. (*N°. 12.*)

37°. La fonte traitée de même *dans la magnésie*, étoit malléable à froid & à chaud ; elle avoit passé à l'état d'*acier tendre*. La magnésie avoit pris une couleur grise, & ne donnoit plus que du gas hépatique pendant sa dissolution dans l'acide nitreux. (*N°. 13.*)

38°. *Dans la terre d'alun* précipitée par l'alkali & édulcorée, la fonte est devenue *acier*, mais il s'est comporté à la forge comme un fer cassant à chaud. (*N°. 14.*)

39°. *Dans la cendre de bouleau non lessivée*, un

morceau de fonte blanche a été converti *en acier* par une cémentation de douze jours, sans avoir rien perdu de son poids, & sans présenter aucune trace de calcination ; il cédoit à la lime, souffroit le marteau à froid & à chaud, sans éclater, prit la trempe & montra dans sa cassure un acier fin & meilleur que celui qui avoit été cémenté dans la chaux. La cendre de pin & de sapin, qui est d'une qualité inférieure, fut essayée sur diverses espèces de fonte, mais le résultat fut bien différent, ces fontes ne se trouvèrent converties en acier, que de l'épaisseur de $\frac{1}{16}$ de pouce, & par conséquent étoient moins malléables. (*N. 18.*)

40°. Un morceau de fonte d'un gris clair, de l'épaisseur de $\frac{1}{4}$ de pouce, fut cémenté pendant 11 jours au fourneau d'acier, *dans la chaux noire de manganèse:* après l'opération, il se trouva net, sans déchet, assez doux à la lime & au marteau, & tout blanc dans sa cassure ; on en forgea sans peine à chaud un petit canif, qui prit la trempe & le poli comme un *acier fin* & dur. La manganèse étoit devenue verte, & adhéroit à l'acier, mais sans fusion. Une fonte d'un gris plus foncé, fut bien convertie en acier dans le même cément, mais de qualité inférieure au précédent ; elle n'avoit cependant pas perdu à la cémentation plus de 0,01 de son poids.

Cette expérience ayant été répétée sur la fonte blanche, dans un creuset couvert, exposé pendant 4 heures au feu du fourneau à vent, la fonte se trouva bien convertie en acier à sa surface, elle se laissa étendre à froid & à chaud, mais il y avoit eu calcination & déchet d'un peu plus de 0,10, & il restoit au centre un noyau qui étoit encore à l'état de fonte. (*N. 19.*)

41°. M. Rinman a encore essayé la mine de zinc, ou *pierre calaminaire*, telle qu'on l'emploie pour la préparation du laiton. Un morceau de fonte blanche provenant de chaudière, & refondu au fourneau de réverbère, de $\frac{1}{4}$ de pouce d'épaisseur, y fut cémenté pendant douze jours; il se trouva net, après cela, & sans apparence de calcination, très-doux à la lime, d'un grain blanc brillant dans sa cassure, absolument comme le fer après la cémentation; il se forgea à chaud, prit la trempe *comme un acier fin*, seulement un peu moins dur que l'acier de cémentation, reçut parfaitement le poli, & forma des outils d'un bon usage.

Il en fut de même d'un morceau de fonte blanche de Norberg, de $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur, cependant l'acier se trouva moins fin, & il y avoit encore au centre un noyau non converti. La calamine qui étoit auparavant d'un jaune rougeâtre, peu sensible à l'aimant, étoit devenue d'un gris cendré, étoit attirée comme de la pure limaille de fer, paroissoit avoir perdu ce qu'elle tenoit de zinc, & l'acide nitreux l'attaquoit avec violence, presque comme le fer pur.

La fonte grise devint également acier par cette cémentation, mais elle présentoit quelques traces de pellicule de fer à la surface.

Diverses espèces de fonte, environnées de la chaux blanche ou fleurs de zinc, & recouvertes d'argille, ont été converties en acier à leur surface, & il n'y avoit point de calcination, quoique toutes les fleurs de zinc eussent disparu.

42°. Enfin, M. Rinman a essayé sur la fonte *le cément de plombagine*, de cette substance, qui, suivant l'analyse de M. Schéele, est un composé de gas acide méphitique & de phlogistique, tenant accidentellement un peu de fer. Il a mis un morceau de fonte d'environ $\frac{1}{16}$ de pouce d'épaisseur, avec de la plombagine pulvérisée, dans un creuset bien lutté au fourneau à vent; quand le creuset a commencé à rougir, il a augmenté le feu, & l'a tenu pendant deux heures au degré le plus violent. Après l'opération, il a trouvé que la plombagine n'avoit éprouvé aucun changement; le morceau de fonte étoit blanc & net sans apparence de calcination; il étoit plus traitable à la lime & au marteau qu'auparavant, mais en même temps beaucoup plus fragile; au lieu que sa cassure présentoit un grain fin, d'un gris clair, avec un cercle blanc, près de la surface : elle étoit devenue noire, à gros grains brillans, comme la plombagine même, ou comme l'hématite appellée *torsten* (1); on ne pouvoit la forger long-temps, ni à chaud, ni à froid, qu'elle n'éclatât plus que la fonte ordinaire; trempée rouge, elle ne durcit pas, mais devint si fragile, qu'elle se pulvérisoit sous le marteau. C'est-à-dire que la plombagine produisit sur la fonte le même effet que le charbon, & même à un plus haut degré. (*Ibid. n. 21.*)

Voilà les faits que nous fournissent les expériences & les observations les plus importantes sur les moyens de faire passer la fonte à l'état d'acier ; avant que d'en tirer aucune conséquence, il importe encore de rapprocher les faits les plus décisifs sur la conversion du fer ductile en acier ; je m'attacherai de même à les présenter isolés de toute hypothèse, de toute réflexion qui pourroit prévenir en faveur de quelque opinion.

Expériences sur les diverses manières de faire passer le fer ductile à l'état d'acier.

Dans le grand nombre d'essais que l'illustre Bergman a faits sur cette matière, il y a des résultats qui ne paroissent dépendre que de quelque alliage étranger, porté par les différentes mines; ils appartiennent à l'article FER : je ne m'occuperai donc ici que de ceux qui ne laissent point cette incertitude, c'est-à-dire, qui ne peuvent être rapportés à quelque cause étrangère à la nature propre du fer.

1°. Un morceau de fer très-ductile, provenant de la fonte de Leufstadt, traitée au creuset avec le précipité de vitriol de mars, a été exposé en vaiss-

(1) Cronstedt, §. 203 ; Kirwan, esp. X.

seau clos, *sans addition*, à un feu violent, pendant quinze minutes; il n'a pas coulé, sa surface est devenue terne, & étoit couverte d'aspérités semblables à des pustules; mais il étoit aussi ductile qu'auparavant, *ne montrant aucun des caractères de l'acier*, donnant une tache blanche avec l'acide nitreux, & se dissolvant sans résidu dans l'acide vitriolique. (*Analyse du fer, expér. 108.*)

2°. Une lame de fer très-ductile, de 206 livres docimastiques, provenant de la fonte d'Hællefors, traitée en vaisseau clos avec le précipité de vitriol de mars, fut exposée au feu pendant dix-huit minutes, dans un creuset lutté, environnée de *poussière de charbon* : on trouva après l'opération qu'elle avoit coulé en un globule pesant 204 liv. dont la surface étoit comme brûlée, qui cassoit promptement sous le marteau, d'un blanc cendré dans la cassure, cédant à la lime, se forgeant difficilement à chaud, & *se comportant comme l'acier*, soit avec l'acide nitreux, soit avec l'acide vitriolique, soit à la trempe. (*Expér. 107.*) M. Bergman a ajouté en note, dans sa dernière édition, qu'ayant répété depuis cette expérience, il avoit toujours trouvé une augmentation de poids de 0,01, & quelquefois de 0,02, à moins que la durée ou l'intensité du feu n'en eût séparé quelques parties par la calcination.

3°. M. Grignon, dans sa note, sur l'expérience 125e. paroît révoquer en doute que le fer ductile puisse fondre dans la poussière de charbon; mais je puis assurer le fait d'après mes propres expériences. J'ai mis dans un creuset couvert, au fourneau de M. Macquer, deux petits barreaux de fer très-doux, environnés de *poussière de charbon*; ils pesoient ensemble 907 grains $\frac{1}{2}$: j'ai trouvé après le refroidissement, une seule masse bien arrondie d'un côté, terminée du côté opposé par deux pointes en forme de stalactites; ce régule pesoit 895 grains $\frac{1}{2}$, il étoit très-net à sa surface, prenoit très-bien la lime, & étoit taché par l'eau-forte, *comme le meilleur acier*. Nous verrons dans la suite quelle est la vraie cause qui détermine ici la fusion.

4°. Une autre fois, je mêlai à la *poussière de charbon*, un huitième de *chaux noire de manganèse* en poudre; il m'a paru que la fusion étoit plus prompte, & même plus complette; le régule présenta au surplus les mêmes phénomènes, excepté qu'à la surface du bouton, on remarquoit de petites masses de verre brun, en forme de demi-sphères, ou de gouttes de suif, qui étoient dues sans doute à la chaux de manganèse, & sous lesquelles le métal présentoit des rudimens de crystallisation, c'est-à-dire, des hachures régulières un peu renfoncées.

5°. M. Bergman a mis dans un creuset, avec 50 livres de *plombagine*, une lame de fer de 201 $\frac{1}{2}$ liv. provenant de la fonte d'Hællefors, traitée avec l'hématite noire, il l'a tenue au feu pendant 20 min. & il a trouvé, après le refroidissement, un régule de couleur cendrée, qui présentoit à sa surface des cavités brunes, & de petites stries perpendiculaires; il ne pesoit plus que 190 liv. Il étoit dur, & éclatoit promptement sous le marteau; sa cassure d'un blanc cendré, offroit la même crystallisation que la surface; il se laissoit entamer par la lime, noircissoit avec l'eau-forte, déposoit un peu de poudre noire pendant sa dissolution dans l'acide vitriolique, souffroit à peine le marteau, après avoir été chauffé au rouge, & prenoit *le grain d'acier* lorsqu'on l'éteignoit dans l'eau. (*Expér. 106.*)

Le célèbre Rinman, dans son histoire du fer, nous offre encore ici un grand nombre de faits à recueillir, ayant multiplié les essais sur toute sorte de matières, soit au feu de cémentation, soit au feu de fusion.

6°. Un morceau de fer ductile fut enfermé *seul* dans un creuset d'argille bien lutté, & le creuset placé dans la caisse d'un fourneau de cémentation, environné de poussière de charbon. Après onze jours de feu, le lut du creuset se trouva sain, la surface du fer ressembloit à la plombagine, il avoit pris une augmentation de poids d'environ $\frac{1}{100}$, qui paroissoit venir de la pellicule de plombagine, & qui pouvoit être enlevée; au reste, il étoit converti *en acier*. (*§. 73, n. 18.*)

7°. Dans un cylindre de verre fermé hermétiquement, M. Rinman mit de même, *sans addition*, un morceau de fil de fer de $\frac{1}{4}$ de pouce d'épaisseur; ce cylindre fut placé dans une caisse environnée de poussière de charbon & tenu pendant douze jours au fourneau de cémentation. Après le refroidissement, le cylindre de verre se trouva entier; il étoit seulement devenu opaque, de couleur olive, & blanc dans la cassure. Le fer avoit pris un coup-d'œil mat, il se laissoit forger, il présentoit dans sa cassure le grain d'un fer fragile-froid, & se comporta à toutes les epreuves comme du fer doux : deux morceaux de même fer, placés dans le charbon même, furent entièrement convertis en acier dans cette opération. (*§. 73, n. 18.*)

8°. Le fer cémenté *dans la chaux de zinc*, s'est conservé sans apparence de calcination, quoique cette chaux se fût volatilisée à travers le lut du creuset, & il a subi une sorte de conversion *en acier*. (*Ibid. n. 3.*)

9°. Un morceau de fer cémenté *dans la terre calcaire* pendant onze jours, prit une croûte ressemblant à la plombagine, & se trouva converti *en acier*, mais si aigre, qu'il ne put être forgé à chaud. (*Ibid. n. 9.*) Après la cémentation dans la craie, le milieu se trouva de même converti en acier; la craie avoit pris une couleur brunâtre près du fer, sans qu'il y eût calcination sensible. (*N. 13.*)

10°. Dans *la chaux vive*, après dix jours de cémentation, le fer de Dannemora & d'Osmond s'est trouvé sans apparence de scorie & changé *en acier* grossier. (*Ibid. n. 10.*)

11°. Dans la *magnésie*, le fer s'est couvert à la cémentation, d'une croûte semblable à la plombagine, & a été changé *en acier*. (*Ibid. n. 20.*)

12°. *Dans l'argille de Cologne calcinée*, le fer chauffé pendant une heure à la forge, conserva sa ductilité,

sans rien perdre en scories; mais lorsqu'il fut tenu dans cette même argille, au fourneau de cémentation, pendant l'opération entière, il se trouva converti *en acier*, avec des boursoufflures à sa surface, & sans aucun déchet. (*Ibid. n. 11.*)

13°. Dans *la terre d'alun* précipitée par la potasse, & édulcorée, le fer se trouva fort attaqué à sa surface, après dix jours de cémentation, parce que cette terre retenoit encore un peu d'acide; au reste, il étoit converti *en acier*, mais intraitable à la forge. (*N. 22.*)

14°. Le fer ductile fondu au fourneau à vent, dans un flux de *feld-spat calciné* & pulvérisé, n'a éprouvé aucun changement; mais lorsqu'il a été traité, dans la même matière, au fourneau de cémentation, il a présenté sous la croûte vitreuse d'un gris clair, une surface blanche avec quelques soufflures, & s'est trouvé converti *en acier* sans aucun déchet. (*Ibid.*)

15°. *Dans la cendre* de différens bois, le fer ductile a toujours été converti, par la cémentation, *en acier* d'autant meilleur, que la chaleur avoit été plus forte. (*Ibid. n. 15.*) Réaumur avoit remarqué que la cendre non lessivée donnoit un acier grossier.

16°. Dans un mélange de *pierre calaminaire* de Hongrie & de Pologne, telle qu'on l'emploie pour le laiton, le fer ductile cémenté pendant neuf jours, est devenu *assez bon acier*, sans traces de scorie & sans déchet; la calamine avoit perdu sa couleur rouge; elle étoit grise & attirable à l'aimant, presque comme de la limaille de fer. (*Ibid. n. 16.*)

17°. Dans la *manganèse noire* de Naolberg, pulvérisée, le fer de Dannemora cémenté pendant neuf jours, n'a donné aucune trace de scorie; sa surface étoit nette; ayant été chauffé & forgé, il s'est trouvé converti en *acier très-fin*. La manganèse étoit en masse, mais très-friable; elle avoit pris une couleur verte, sur-tout dans la partie qui adhéroit au fer. (*N. 17.*)

18°. M. Rinman a tenu pendant quatre heures de petits barreaux de fer environnés de *poussière de charbon*, dans des creusets, à un feu qui étoit à peine capable de fondre le cuivre; il est arrivé plusieurs fois que ces barreaux avoient commencé à se réunir, & même à couler en gouttes dans la partie où la chaleur étoit plus forte: la partie qui n'avoit pas fondu, *étoit de l'acier fin*; la partie qui avoit coulé, étoit douce à la lime, ne se laissoit forger ni à froid, ni à chaud, & se comporta comme de la fonte grise à grain fin. (§. *78*, *n. 1.*) Dans une autre expérience, quoique le feu fût plus fort, le fer doux ne coula pas, il passa seulement *à l'état d'acier* peu traitable. Une autre fois, il mit de même, dans le charbon, du fer doux & du fer de Luxembourg, cassant à froid, il les tint pendant quelques heures à un feu capable de souder le fer; le dernier avoit pris un commencement de fusion, & ses angles étoient arrondis; le premier étoit seulement converti *en acier*. (*Ibid.*) Dans les essais que cet Auteur a faits sur diverses espèces de charbon, il n'a point trouvé de différence, si ce n'est que le charbon de bouleau lui a paru résister davantage à la chaleur & ne pas s'abaisser aussi promptement. En général, le fer cémenté dans la poussière de charbon, prend une augmentation de poids de $\frac{1}{2}$, ou même de $\frac{3}{4}$ par quintal. (§. *270*, *n. 5.*)

19°. On sait que les creusets d'Ypse sont faits de *plombagine* mêlée d'à peu près moitié d'argille; un de ces creusets pulvérisé fut employé comme cément, & un gros fil de fer environné de ce cément, fut tenu pendant quatre heures au feu le plus fort d'un fourneau à vent, dans un creuset couvert; le fil de fer éteint dans l'eau, prit la trempe & se montra *acier* à l'extérieur; il avoit encore un noyau de fer doux; le cément n'avoit éprouvé aucun changement. (§. *270*, *n. 3.*)

Le fer fragile-froid cémenté dans la plombagine pure, acquit de la ductilité en passant à l'état d'acier, & se laissa même mieux forger à froid qu'à chaud; au lieu que le même fer cémenté pendant douze jours dans la poussière de charbon, se fondit en partie, & fut trouvé cassant comme du verre. (*Ibid.*)

La limaille de fer doux, mêlée à la plombagine, dans un creuset de hesse, donna en deux heures, au fourneau à vent, un culot de vrai acier qui se laissa forger. (*Ibid.*)

20°. Un morceau d'acier mêlé de fer, ayant été couvert de *verre noir* pulvérisé, fixé à sa surface par de la colle forte, se fondit à une chaleur médiocre au fourneau à vent, & donna de l'*excellent acier* malléable à froid & à chaud. (§. *78*, *n. 1.*)

21°. Il n'est pas rare de voir, dans les fourneaux pour l'acier de cémentation, lorsque la chaleur est trop forte, & qu'il se fait quelque ouverture à la caisse, les barres de fer se réunir par la fusion, & ces masses se trouvent souvent de *très-bon acier* sous une croûte de fer doux recouverte de scorie. (*Ibid.*)

22°. *L'arséniate de potasse*, ou arsénic fixé, fait couler très-facilement le fer; si on met dans la poussière de charbon un morceau de fer couvert de ce sel, il en coule bientôt une partie en une masse qui a les propriétés de la fonte, & qui retient de l'arsénic; la portion qui n'a pas coulé, se trouve convertie en un *acier* intraitable. (*Ibid. n. 12.*)

23°. On sait que le fer fondu avec *le soufre*, donne une pyrite artificielle; M. Rinman a fait couler deux parties de limaille de fer avec une partie de soufre, il a cémenté dans la chaux la masse qui en est provenue, & elle est revenue à l'état de fer; elle présentoit alors des cavités remplies de poudre noire très-attirables à l'aimant; elle étoit douce à la lime, donnoit une flamme bleue lorsqu'on la faisoit rougir; elle ne souffroit pas le marteau, mais à la trempe elle fut reconnue pour *acier*. (*Ibid. n. 4.*)

24°. Le fer traité au feu de fusion avec une partie égale de gypse, se convertit en scorie vitreuse noire qui perce les creusets (*ibid. n. 5.*); mais au feu de cémentation, le fer doux, ainsi que le fer fragile-

froid, traité avec le *gypse crud*, donne un noyau d'*acier grossier* sous une croûte de fer ductile. (§. *61*, *n. 1.*)

25°. Le fer cémenté dans le *spat fluor*, n'a pas paru attaqué à sa surface, & avoit seulement acquis un peu plus de ductilité. (§. *78*, *n. 6.*)

26°. Un morceau de fer fut traité *à feu ouvert*, à une forge pareille à celle où l'on fait l'acier de fonte, seulement avec cette différence que l'espace entre la forme & l'âtre étoit plus grand ; au lieu de scorie, il coula une matière qui fut reconnue pour une fonte pure, blanche & aigre, de sorte que le fer ductile avoit été converti en fer crud. La même expérience fut répétée en plaçant la forme à quatre pouces du fond, comme pour l'acier, avec un peu d'inclinaison ; & les morceaux de fer rapprochés du mur de derrière, au lieu d'être placés au milieu, au dessus de la forme, pour qu'ils commençassent à se souder & qu'ils fussent réduits en une loupe par le vent des soufflets ; alors cette masse, après avoir été chauffée & forgée plusieurs fois, se trouva être de *l'acier tendre*, mêlé de parties de fer. (§. *81.*)

27°. A un fourneau construit pour obtenir le fer en barres, sans le faire passer par l'état de fonte, les *mines tenant manganèse*, n'ont donné que très-difficilement du fer ductile, & le plus souvent de l'*excellent acier*, tandis que la mine de marais terreuse (*jordaktig myrmalm*) traitée de même pour être réduite sur-le-champ en loupe, ou masset, a produit un fer doux & très-nerveux. (§. *91.*) Le fer chargé de manganèse, a également eu beaucoup de peine, même en ajoutant des scories, à se laisser amener à l'état de fer malléable, dans une chaufferie ordinaire ; les barres étoient d'un fer inégal, montrant toujours quelques parties d'acier : au feu de forge pour l'acier de fonte, le même fer se convertissoit facilement en acier. (§. *155*, *n. 9.*)

28°. Le fer poussé à une fusion incomplète, ou même à une forte chaude suante, sur-tout au charbon de pierre, devient *acier à la surface*. On remarque la même chose dans les soudures où le fer est plus sujet à casser, & la cassure présente en partie un grain d'acier, en partie du fer brûlé & comme micacé. (§. *267*, *n. 4.*) M. Perret, dans son mémoire sur l'acier, assure que les instrumens d'agriculture, que l'on n'acière pas, tels que les coutres de charrues, les dents des herses, &c. peuvent être durcis sensiblement en leur donnant une chaude suante, les forgeant un peu, & les jetant aussi-tôt dans l'eau.

29°. On a vu un ouvrier faire à la forge pour l'acier, simplement avec de vieux clous rouillés, *un acier si parfait*, qu'il pouvoit servir pour des lames de couteaux. (*Rinman*, §. *267*, *n. 6.*)

30° Une barre de fer doux de $\frac{1}{2}$ pouce quarré, étant chauffée au rouge & jetée dans l'eau, n'acquiert point de dureté ; mais si on la tire en pointe, qu'on la mette ensuite au milieu des charbons, au devant du soufflet, qu'on la chauffe jusqu'à ce qu'elle lance des étincelles (sans la recouvrir de sable) & qu'on la plonge sur-le-champ dans l'eau froide, elle en sort nette & blanche, & si dure, qu'aucune lime ne peut y mordre ; sa cassure présente au milieu un fer très-doux, & à l'extérieur, une croûte mince, très-aigre. (§. *268.*)

31°. Les *substances salines* présentent ici des résultats bien différens. Suivant Réaumur, un peu de sel commun, mêlé au cément, hâte la conversion du fer ; s'il y en a trop, il rend l'acier cassant ; & ce qui est plus remarquable, le borax ajouté à la poussière de charbon, arrête la conversion. M. Rinman a aussi essayé les sels, & même d'une manière plus directe. Le fer doux jeté dans le sel commun en fusion dans un creuset, poussé au rouge blanc pendant un quart d'heure, puis éteint dans l'eau, a résisté à la lime, & avoit une croûte d'*acier* ; il avoit perdu 0,09 de son poids (§. *270*, *n. 5.*) : le muriate calcaire, la potasse & la soude ont produit à peu près le même effet. La croûte dure paroissoit s'approcher encore plus de la fonte que de l'acier. Dans le fiel de verre, qui tient ordinairement beaucoup de vitriol de potasse, le fer s'est seulement scorifié à sa surface, & n'a pas paru plus dur après avoir été trempé. (*Ibid.*)

32°. Une des expériences de M. Rinman, qui m'a paru mériter le plus d'attention, est celle où il examine comment le fer ductile se comporte avec le fer crud, dans différens états.

Il a plongé un morceau de fer doux dans du *fer crud en fusion* ; il s'y est fondu en quelques minutes, la fonte commença bientôt à prendre plus de consistance, le bout du barreau de fer doux qui avoit été fondu, formoit une espèce de lardon qui *se trouva être de l'acier*. (§. *61*, *n. 1.*)

Il imagina encore de cémenter du fer doux dans le *fer crud pulvérisé*, ou limaille de la forerie de canons d'Hællefors, & le tint pendant trois heures à une chaleur telle que la fonte ne put couler. Des morceaux de fer de $\frac{1}{16}$ & $\frac{1}{8}$ de pouce d'épaisseur, placés debout dans ce cément, se dépouillèrent la plupart, assez facilement de toute limaille, & présentèrent une surface nette ; la partie supérieure qui avoit eu moins chaud, n'étoit presque encore que du fer ; la partie moyenne étoit un *bon acier fin*, ductile à chaud & à froid ; la partie inférieure qui avoit éprouvé la plus forte chaleur, étoit une fonte cassante. (§. *270*, *n. 6.*)

33°. Les conséquences que présentent ces expériences, m'ont engagé à varier les procédés pour rendre encore les résultats plus concluans.

J'ai choisi un barreau de fer, nerveux, très-doux, de deux lignes $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, & de la fonte grise de Foucherans. J'ai cassé la fonte en petits morceaux, j'ai limé à neuf le barreau sur toutes ses faces, & je l'ai coupé en parallelipipèdes, de trois à quatre lignes de longueur ; j'ai mis dans quatre creusets pareils, de bonne terre blanche, 200 grains de fonte, & une quantité de fer ductile qui décroissoit de quantité égale au quart, c'est-à-dire :

200 grains dans le *premier*, 150 dans le *second*, 100 dans le *troisième*, & 50 seulement dans le *quatrième*. J'ai tenu ces quatre creusets recouverts d'autres creusets pareils, bien luttés, pendant une bonne heure, à un feu modéré du fourneau *Macquer*, & malgré toute mon attention, il est arrivé, ce qui n'est que trop ordinaire & très-capable d'induire en erreur, qu'il y a eu une très-grande différence dans le degré de chaleur qu'ils ont éprouvée; dans le cas particulier, il sera facile d'en juger par les résultats.

Dans le *premier creuset*, les petits barreaux réunis seulement par l'extrêmité inférieure, à la faveur d'un peu de fonte qui y adhéroit, avoient conservé leur ductilité, leur forme, & même leurs arrêtes vives, ils étoient simplement noircis, & ne présentoient aucune trace de calcination; partie de la fonte étoit restée presque comme elle avoit été mise, partie avoit coulé en un globule qui avoit laissé des écailles brûlées, qui représentoient sa première forme, & une portion de terre brune friable. Le tout pesoit 401 grains $\frac{1}{4}$; la fonte étoit restée fonte, & le fer n'étoit nullement converti. L'intérieur du creuset avoit pris une teinte d'un gris brunâtre.

Dans les *troisième* & *quatrième* creusets, il n'y avoit pas plus de conversion du fer en acier; les barreaux du troisième étoient de même simplement soudés par un peu de fonte; & en cet endroit seul, l'acide nitreux les tachoit en noir. Le petit barreau du quatrième étoit posé sur la fonte coulée en masse informe, même sans y adhérer, aussi s'est-il trouvé tout aussi fer qu'auparavant. Dans ces deux essais, il y avoit déchet de quelques grains, même en y comprenant un peu de scorie de la fonte & de terre brunâtre. Le quatrième creuset étoit d'un gris cendré foncé dans toute sa surface intérieure; le troisième étoit resté tout blanc.

Le *deuxième* essai a présenté des phénomènes bien différens: il s'y est trouvé un culot, à la vérité, de forme peu régulière, mais arrondi de toute part, à la surface duquel on voyoit en plusieurs endroits une belle hachure formée par des rudimens de crystaux: ce culot pesoit seul 321 grains, & réuni à un autre globule & à quelques scories, le poids total étoit augmenté d'à peu près 2 $\frac{1}{2}$ grains, & le creuset étoit intérieurement coloré comme ceux des premier & quatrième essais, & taché d'une pellicule noire à l'endroit où la fonte s'étoit réunie. Ce qui mérite sur-tout ici d'être remarqué, c'est qu'un des petits barreaux de fer qui étoit pris dans le culot de 321 grains, & dont on appercevoit encore un bout saillant de près de demi-ligne, conservant tous ses angles, étoit réellement *converti en acier*, & néanmoins aussi ductile à froid qu'auparavant.

34°. La réussite de ce dernier essai m'a déterminé à en tenter deux autres dans les mêmes vues, mais un peu plus en grand.

J'ai mis dans un creuset de hesse deux onces de fonte grise de Foucherans, & une once de fer doux venant du même barreau dont j'ai parlé précédemment, l'un & l'autre en petits morceaux bien nets.

Les mêmes quantités de fonte & de fer ont été mises dans un creuset pareil, j'y ai seulement ajouté du verre noir pulvérisé, en quantité suffisante pour recouvrir le métal.

Ces deux creusets bien couverts, ont été tenus pendant deux heures au feu le plus violent du fourneau *Macquer*.

Les creusets refroidis & ouverts, il s'est trouvé dans le *premier* une seule masse assez bien arrondie par le bas, & même par les côtés, formée seulement de deux culots soudés en quelques points, mais imparfaitement réunis, & laissant même appercevoir un peu de poudre d'un gris brunâtre dans la jointure. La masse entière n'a pesé que 2 onces 538 grains. On appercevoit à la surface quelques cavités avec une pellicule de fer noir, beaucoup de petits points noirs saillans, qui étoient aussi de fer brûlé, & au surplus une assez belle hachure. Au milieu s'élevoit un globule très-blanc, du poids de 2 grains, & qui n'adhéroit presque que par un point. Cette masse étoit aigre à la lime, l'acide nitreux ne la tachoit pas d'un noir bien décidé; elle s'est partagée facilement sous le marteau, elle a présenté dans sa cassure un grain d'un gris blanc assez fin, fouetté de gris noir au centre, & retraçant assez sensiblement la hachure de la surface. Une portion de cette masse chauffée au rouge & jetée dans l'eau, a pris la trempe comme le *meilleur acier*, étoit dure au point d'entamer les limes, susceptible d'un beau poli, & l'acide nitreux y laissoit une tache plus marquée qu'auparavant. Réchauffée au rouge, elle s'est étendue sous le marteau, & même s'est laissé forger à froid.

J'ai trouvé dans *l'autre creuset*, sous le verre, un culot parfaitement arrondi d'une seule pièce de 16 lignes de diamètre, de 8 lignes d'épaisseur, présentant dans toute sa surface une hachure régulière très-prononcée, portant seulement dans le bas une très-légère pellicule noire, dont une partie étoit restée adhérente au creuset & au verre. Il y avoit encore un déchet de 24 grains $\frac{3}{4}$ sur les 3 onces de métal. Le verre formoit un émail d'un gris bleu, opalisant dans les endroits étonnés: on voyoit à sa surface supérieure plusieurs parties saillantes en forme de globules, ou plutôt de trochisques, depuis $\frac{1}{2}$ ligne jusqu'à 1 $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre, qui avoient une apparence terreuse, mais qui étoient des globules de fer recouverts d'une chaux brune martiale, & qui se sont dissous sans résidu dans l'acide muriatique.

Le culot métallique étoit aussi aigre à la lime que le précédent; l'acide nitreux n'y laissoit pas non plus une tache noire décidée. Il s'est laissé partager bien plus difficilement, mais sans que les coups de marteaux y fissent aucune impression; il a montré dans sa cassure un grain blanc parfaitement égal pour la couleur & la finesse, & seulement au centre quelques traces de hachure crystalline de la même nuance. Une partie de ce culot, chauffée au rouge, se laissoit bien forger; elle a ensuite cédé facilement à la

lime, & même étoit ductile à froid. Une autre portion chauffée au rouge & jetée dans l'eau, a pris la trempe, comme *l'acier le plus dur*, faisoit impression sur les meilleures limes, prenoit un beau poli, & l'acide nitreux y laissoit une tache noire, cependant pas aussi foncée que sur l'acier anglois poli.

Expériences sur le retour de l'acier à l'état de fer.

III. Il me reste à déterminer présentement quels sont les procédés & les substances les plus simples qui altèrent l'acier, qui le font retourner ou à l'état de fer ductile, ou à l'état de fer crud; afin de juger par-là, s'il est possible, ce qui le constituoit acier, & ce qu'il faut lui ôter ou lui rendre pour opérer ce retour.

1°. M. Rinman a mis dans un creuset un morceau d'acier de cémentation, de $\frac{1}{2}$ pouce de longueur, & de $\frac{1}{8}$ de pouce d'épaisseur. Ce creuset ayant été couvert négligemment, fut tenu d'abord pendant une heure au feu du fourneau à vent; M. Rinman leva ensuite le couvercle du creuset, pour y laisser entrer des charbons ardens, & ayant replacé ce couvercle, il soutint encore pendant deux heures un feu capable de faire entrer en fusion le fer crud. L'acier ne perdit pas plus de 0,01, il se trouva sans scorie, mais seulement avec deux soufflures formées par une pellicule de fer mince; il avoit passé à l'état de *fer doux*, au point de ne plus prendre la trempe. (*Histor. Jaernets, &c.* §. 72, *n. 1.*) Un autre morceau d'acier corroyé (*Smalkalder*) ne perdit pas même dans ce procédé $\frac{1}{200}$ de son poids; chauffé à différens degrés, & éteint dans l'eau, il ne prit pas la moindre dureté, se laissa toujours limer & forger à froid, & montra dans sa cassure le grain d'un *fer doux.* (*N. 2.*)

2°. L'acier au contraire ne fut pas altéré, après avoir été exposé pendant neuf heures sous la mouffle d'un fourneau d'essai, au point de se couvrir d'une écaille, dont la séparation diminua son poids de plus de 0,09; le reste prit la trempe comme auparavant (§. 57, *n. 2*); une autre fois le même acier de cémentation, enfermé dans un creuset bien couvert, & tenu pendant douze jours au rouge-blanc, se trouva avoir perdu par la calcination, au-delà de 0,23 de son poids, & cependant il étoit encore acier. (*Ibid. n. 8.*)

Un morceau d'acier enfermé *seul* dans un creuset neuf bien lutté, fut placé dans la caisse de cémentation, environné de la poussière de charbon, & en soutint le feu pendant onze jours; l'acier se trouva après cela sans scorie, du même poids; sa surface avoit seulement une couleur de plomb & quelques points noirs; elle tachoit les doigts comme la plombagine; au reste cet acier présentoit dans sa cassure le grain ordinaire de l'acier nouvellement cémenté; après avoir été forgé, il prit la trempe, & parut seulement un peu plus cassant qu'auparavant. (§. 73, *n. 18.*)

3°. Suivant Réaumur, la *cendre d'os*, ou les os calcinés au blanc & pulvérisés, ont la plus grande vertu pour adoucir la fonte; le célèbre Rinman n'a pas négligé d'examiner quelle seroit leur action sur l'acier.

L'acier fondu, & sur-tout l'acier de cémentation, placé dans des creusets remplis de cette matière, bien luttés & exposés plusieurs jours au feu de cémentation, ou pendant quelques heures au fourneau à vent, ont présenté à leur surface une lame de fer doux, de différente épaisseur, suivant la qualité de l'acier & le degré de chaleur. (*Ibid. n. 4.*) Lorsque le creuset étoit placé dans la caisse même à cémenter, & environné de poussière de charbon, l'acier n'éprouvoit aucun changement & pas le moindre déchet, la cendre d'os n'adhéroit pas à sa surface, au lieu qu'elle étoit toujours un peu attaquée lorsque l'acier étoit adouci.

Un barreau d'acier tenu pendant dix jours au fourneau de cémentation, dans un creuset, dont moitié étoit remplie d'un mélange d'os calcinés & de poussière de charbon, & moitié de cendre d'os pure, n'éprouva aucun changement dans le mélange; la portion environnée de cendre d'os pure avoit une croûte sensible de fer doux. (*Ibid. n. 5.*)

L'acier tenu dans la cendre d'os, pendant trois heures, à un feu capable de fondre l'acier, a perdu par la calcination 0,03; le cément avoit pris une couleur brune près de la surface du métal; cet acier avoit absolument repassé *à l'état de fer*, & ne durcit plus à la trempe. (*N. 6.*)

J'ai fait mention dans mes digressions académiques (*page 213*) de plusieurs cémentations d'acier d'Allemagne & d'Angleterre, dans un cément composé de sept parties d'os calcinés au blanc, & d'une partie de *terre calcaire;* comme je n'ai pas enlevé la croûte de fer brûlé, je ne puis dire ce que ces aciers avoient perdu, mais la calcination étoit marquée par l'augmentation de poids qui se trouva de $\frac{1}{57}$ pour des barreaux de douze onces, & de $\frac{1}{73}$ pour un barreau de six gros $\frac{1}{2}$. Ces morceaux chauffés & refroidis dans l'eau, ne prirent plus la trempe à leur surface, même après qu'elle eût été découverte à la lime.

4°. M. Bergman a mis un morceau d'acier d'Œsterby dans une fiole de verre, environnée de *terre calcaire*, la fiole dans un creuset rempli de craie pulvérisée; & il l'a tenu pendant 15 heures à la chaleur d'un four à potier poussé au rouge blanc: l'acier avoit pris une augmentation de poids de 0,01; la croûte extérieure avoit une couleur rouge, le noyau étoit encore acier. (*Expér. 137.*) M. Grignon, dans ses notes (*pag. 45 & 55*) sur ce passage de M. Bergman, assure avoir vérifié par une expérience en grand, que l'acier cémenté long-temps dans la terre calcaire redevient fer ductile.

Voici quelques essais du célèbre Rinman propres à fixer les idées sur ce fait important & sur les conditions qui peuvent en varier les résultats.

Un morceau d'acier fut mis dans la *chaux vive* blanche, réduite en poudre fine, & le creuset tenu rouge

rouge-blanc pendant trois heures au feu de charbon de pierre; il se couvrit d'une croûte de *fer doux*, de l'épaisseur d'un double papier gris, qui ne prit plus la trempe; le reste étoit encore de l'acier pur; le déchet par la calcination fut de 6 $\frac{1}{2}$ par quintal. (§. *73*, *n. 9.*)

Des morceaux d'acier de fusion, d'acier conroyé, d'acier de cémentation, furent tenus dans la chaux blanche de Gottland, pendant onze jours au fourneau de cémentation, ils n'y éprouvèrent aucun changement, ils prirent la trempe comme auparavant; l'acier de cémentation parut seulement un peu moins dur, mais sans croûte de fer.

L'acier de cémentation, exposé à la même chaleur, dans la chaux crue, ainsi que dans la chaux éteinte, est devenu plus dur & plus cassant.

Une autre fois le même acier cémenté dix jours dans la chaux vive, en est sorti net, sans scorie, seulement un peu plus aigre qu'auparavant. (*N. 10.*)

Au fourneau à vent, l'acier fut cémenté pendant trois heures dans la chaux qui avoit déjà servi au fourneau de cémentation, & le feu poussé la dernière heure, au point de faire couler le fer crud, & d'affaisser le creuset de terre de Cologne. Il se trouva adhérent à la chaux, couvert de scories, avec déchet de 8 $\frac{1}{2}$ pour cent; il ne prit plus la trempe à la surface, mais il n'y avoit qu'une croûte très-mince de fer, l'intérieur étoit encore acier fin. Un morceau d'acier pareil, qui avoit été mis au même fourneau, à feu ouvert, pour qu'il prit plus de chaleur, se comporta de même, excepté que le déchet fut de 13 $\frac{1}{2}$. (*N. 9.*)

Dans la craie pulvérisée, l'acier cémenté pendant onze jours, est sorti sans scorie ni déchet sensible, quoique la craie eût pris tout autour une couleur brune; il étoit converti en fer doux, de l'épaisseur d'une petite piece de monnoie (*sexstyfver*), le reste étoit toujours de l'acier. (*N. 13.*)

J'ai voulu juger par moi-même de l'altération de l'acier par la chaux, à l'aide d'un grand feu. J'ai mis sur une tourte au fourneau *Macquer*, une lame d'acier fin, bien nette, de $\frac{1}{2}$ ligne d'épaisseur, du poids de 67 grains, environnée & recouverte de *chaux vive* en poudre, & j'ai soutenu le feu pendant une heure. Après le refroidissement, j'ai trouvé la lame d'acier dans la même position, recouverte d'une terre brune formant bouquet sur toute sa surface supérieure, le tout pesoit alors 78 grains. Ayant détaché cette partie terreuse, qui n'étoit que de la chaux colorée par le fer, le barreau n'a pesé que 46 grains : ce n'étoit plus qu'un *fer très-doux*, qui s'est laissé limer, plier & étendre après la trempe, à toute sorte de degrés, & qui n'a pas été taché en noir par l'acide nitreux, même à un des bouts qui paroissoit avoir coulé en goutte.

5°. M. Rinman a tenu l'acier dans la *magnésie*, au fourneau de cémentation, il n'a subi aucune calcination, & s'est durci plutôt que de s'adoucir. (§. *73*, *n. 20.*)

6°. Dans l'argille de Cologne cuite, l'acier a conservé sa dureté au fourneau de cémentation. (*N. 11.*)

7°. L'acier fondu au fourneau à vent, dans le feld-spat calciné & pulvérisé, n'a éprouvé aucun changement. (*Ibid.*)

8°. L'acier cémenté dans *la cendre* de toute sorte de bois, en est sorti sans scorie sensible; il a seulement acquis un peu plus de dureté. (*N. 15.*)

9°. L'acier tenu pendant trois heures dans le *quartz* réduit en poudre, à une chaleur capable de fondre le cuivre, perdit à peine 0,03 de son poids, par la portion qui fut calcinée, mais sa surface avoit passé à l'état de *fer doux*. (*N. 7.*)

10°. Dans le sable de Gottland *mêlé de quartzeux & de calcaire*, l'acier a conservé toute sa dureté. (*N. 14.*)

11°. Dans la *chaux de zinc*, l'acier n'a éprouvé aucune altération. (*N. 3.*) Il a de même conservé toute sa dureté, après avoir été tenu pendant neuf jours au fourneau de cémentation dans la pierre calaminaire d'Hongrie. (*N. 16.*)

12°. Des lames minces d'acier fondu anglois, traitées au creuset dans la *chaux noire de manganèse*, au feu le plus violent du fourneau à vent, se sont simplement soudées, il s'en est détaché quelques globules bien fondus, & qui étoient *aussi cassans que le fer crud*; au reste la surface de l'acier étoit sans scorie, & la manganèse avoit pris une couleur verte tirant au jaune. (§. *78*, *n. 8.*)

13°. Le célèbre Meyer de Stetin a mis de l'acier de Styrie dans de la *poussière de charbon*; il y a fondu en trois quarts d'heure; il avoit pris une légère augmentation de poids, mais il étoit devenu très-cassant. (§. *77*, *n. 12.*)

14°. M. Rinman a lui-même éprouvé l'action de ce cément sur l'acier au fourneau à vent; les morceaux d'acier s'étoient soudés & réunis par des parties fondues en gouttes, leur surface étoit comme micacée; après avoir été trempés, ils se trouvèrent *plus aigres que la fonte*, & pouvoient être réduits en poudre dans un mortier. (§. *78*, *n. 1.*)

15°. M. Bergman a tenu un morceau d'acier d'Œsterby, dans la *plombagine*, pendant quinze heures, à la chaleur d'un four à potier, & il a trouvé qu'il n'avoit ni perdu, ni gagné dans cette opération, qu'il étoit seulement couvert d'une pellicule semblable à la plombagine, mais attirable à l'aimant, qu'au surplus le noyau avoit conservé toutes les propriétés de l'acier. (*Anal. du fer*, *expér. 136.*)

16°. Cette expérience de M. Bergman ayant été faite dans une fiole de verre, placée dans un creuset rempli de craie en poudre, j'ai pensé qu'il pourroit être encore intéressant d'essayer si l'action de ce cément gras si puissant, ne seroit pas plus marquée dans des circonstances plus favorables à l'accession de la chaleur. J'ai choisi trois morceaux d'acier sortant du fourneau de cémentation, dans l'état qu'on nomme *acier boursoufflé*, qui, étant chauffé & forgé, donnoit un très-bon acier; ces trois morceaux pesoient ensemble 1 once, 4 gros, 48 grains; je les ai mis dans un creuset de hesse avec une once de *plombagine* en poudre, & une once de verre noir pulvérisé. Ce

creuset recouvert d'un autre creuset bien lutté, a été tenu pendant une heure & demie au feu du fourneau *Macquer*. Après le refroidissement, j'ai trouvé la plombagine légérement agglutinée, mais encore très-friable; le métal n'avoit pas acquis assez de fluidité pour se mouler au fond du creuset, il étoit resté au milieu du cément, mais réuni en un seul culot, dans lequel on distinguoit à peine les bouts très-arrondis des trois fragmens. Cette masse pesa, sans être nettoyée, 1 once, 5 gros, 15 grains; sa surface étoit comme micacée; le verre ne s'étoit pas réuni, mais distribué en globules ou en gouttes hémisphériques, d'une couleur brune, très-opaque dans l'intérieur, & si bien étamées en dehors par la plombagine, que je les pris d'abord pour des boutons de métal. Le culot porté sur l'enclume se partagea en deux du premier coup, & cependant se laissa refouler à un certain point vers les bords; il montra dans sa cassure un grain très-fin & très-égal dans le milieu, & un grain beaucoup plus gros, comme lamelleux ou mirouettant dans toute la circonférence, formant dans le bas une couche sensiblement plus épaisse; il céda facilement à la lime, & l'acide nitreux y laissa une tache noire. Une portion de ce culot, chauffée au rouge & jetée dans l'eau, acquit un peu de dureté, & présenta dans sa cassure le même grain qu'auparavant, soit au centre, soit sur les bords, elle fut bien tachée en noir par l'acide nitreux, & ne prit sur la meule qu'un poli très-imparfait rempli de cavités. Une autre portion du même culot, chauffée au rouge & portée sur l'enclume, se comporta comme un fer fragile-chaud.

Afin que l'on puisse juger plus sûrement quelle part la plombagine a eu à ces effets, je ne dois pas omettre que j'avois placé dans le même fourneau trois morceaux du même acier, dans un creuset pareil, avec suffisante quantité de verre noir pulvérisé, pour qu'ils en fussent recouverts, & qu'après l'opération ils se sont trouvés seulement soudés dans les points de contact, & leurs angles à peine émoussés.

Ces faits bien vérifiés, me paroissent répondre à toutes les questions que l'on peut faire sur la possibilité & les moyens d'altérer les qualités essentielles de l'acier; je passe à l'examen des changemens dont il est susceptible par le refroidissement & le recuit.

De la trempe & du recuit de l'acier.

IV. Si l'on fait rougir un morceau d'acier, & qu'on le jette tout de suite dans l'eau froide, il acquiert une dureté considérable; un morceau de même acier que l'on a fait rougir au même feu, & qu'on laisse refroidir lentement sous les charbons, conserve toute sa ductilité; enfin un morceau d'acier durci par la trempe, puis remis au feu, perd par degrés la dureté qu'il avoit acquise; s'il est poli, on observe les gradations du recuit par les changemens de couleur de sa surface qui passe successivement au *blanc*, au *jaune*, à l'*oranger*, au *pourpre*, au *violet*, au *bleu* qui disparoît à son tour pour ne plus laisser que la couleur d'eau: lorsqu'on fait rougir l'acier trempé, & qu'on le laisse refroidir lentement, il reprend toute sa première ductilité.

Tels sont en général les effets certains de la trempe & du recuit de l'acier; mais lorsqu'on veut examiner de plus près ce qui se passe dans ces opérations, ou seulement déterminer les changemens sensibles qu'elles produisent, on est étonné des difficultés que présente une matière que sembloit devoir éclairer une pratique aussi journalière.

1°. Suivant Réaumur, *l'endroit où l'acier a été trempé le plus chaud, est pour l'ordinaire le plus dur*, c'est sur cette observation que l'on a cru pouvoir établir le principe que l'acier devient d'autant plus dur, qu'il est trempé plus chaud & refroidi plus promptement; cependant le célèbre Rinman (*hist. du fer*, §. 276.), tire de la comparaison de tous les résultats, une conséquence bien différente, c'est que *l'acier naturellement le plus dur, est celui qui exige le moins de chaleur à la trempe, & que la meilleure trempe pour chaque espèce d'acier, est celle où il n'a pas été porté à un plus grand degré de chaleur que celui qui lui convient.* Aussi a-t-on proposé diverses méthodes d'éprouver le degré de chaleur le plus avantageux à l'acier que l'on veut traiter; Réaumur en indique lui-même plusieurs; elles se réduisent toutes à tremper un barreau d'acier dont un bout soit au rouge-blanc, & l'autre bout encore noir, l'examen par la cassure des portions intermédiaires, indique le degré de chaleur qui a produit plus de dureté.

M. Rinman assure que l'acier ne durcit pas lorsqu'on le trempe dans un cylindre fermé, ou même dans un vaisseau purgé d'air, à quelque degré qu'il soit chauffé. (§. *276*, *n. 5.*) Réaumur avoit également reconnu qu'un morceau d'acier introduit tout rouge dans un tuyau de verre plein de mercure, qu'il élevoit aussi-tôt pour y faire le vuide comme dans le baromètre, demeuroit aussi mou que s'il se fût refroidi dans l'air ordinaire.

Le fer poussé à la fusion durcit à un certain point par la trempe, ainsi que l'assurent MM. Justi & Rinman; mais il n'a pas échappé à ces Auteurs que cet effet ne s'étendoit pas au-delà de la surface.

L'eau froide injectée subitement par un tuyau de fer incandescent, le réduit en une sorte d'éthiops solide, très-cassant, sur lequel la lime mord difficilement. Ce phénomène observé par M. Lavoisier, dans la décomposition de l'eau, lui paroit analogue à l'endurcissement de l'acier par la trempe. (*Mém. de l'Acad. R. des Scienc. année 1782, pag. 555.*)

2°. L'acier acquiert à la trempe un volume plus considérable: M. Perrault avoit vu qu'un fil d'acier trempé ne passoit plus par la même filière, ce phénomène a été vérifié depuis par plusieurs Physiciens. Réaumur a trouvé que des barreaux d'acier de 6 pouces de longueur, de 6 lignes de largeur, de $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur, étoient alongés *au moins d'une ligne*, après avoir été trempés au rouge-blanchâtre; ce qui, en supposant une dilatation proportionnelle dans toutes les dimensions, donne le rapport de volume de 48 à 49.

Le fer n'éprouve pas la même dilatation ; il se retrouve, après la trempe la plus forte, dans les mêmes dimensions. (*Rinman*, §. *276.*)

La pesanteur spécifique fournit une nouvelle preuve de cette augmentation de volume par la trempe : M. Rinman ayant pesé exactement à la balance hydrostatique deux espèces d'*acier fin de cémentation*, & non trempés, il a trouvé leur densité dans le rapport à celle de l'eau : : 7, 991 : 1 ; après la trempe, l'un n'avoit plus que 7,553, & l'autre que 7,708. (*Ibid.* §. 44.) Il ne dissimule pas cependant qu'il a trouvé une fois l'*acier de Styrie* augmenté de densité par la trempe dans le rapport de 7,782 à 7,822.

J'ai fait entrer dans un calibre trois barreaux quarrés de 2 lignes de toute face, de 28 lignes de longueur, un de fer doux, les deux autres pris dans le même morceau d'acier fin ; pour être plus sûr de leur donner une chaleur égale, je les ai fait rougir sur un têt, au milieu d'un fourneau à vent ; le barreau de fer doux & un des barreaux d'acier ont été jetés dans l'eau froide, & le second barreau d'acier a été refroidi lentement entre deux charbons hors du fourneau ; ce dernier, ainsi que le barreau de fer, sont rentrés dans le calibre ; le barreau d'acier trempé étoit alongé d'à peu près $\frac{1}{5}$ de ligne.

3°. On ne peut douter que la trempe ne change le *grain*, c'est-à-dire l'apparence du tissu dans la cassure ; c'est-là un des signes dont on se sert le plus habituellement, soit pour juger la qualité d'un acier, soit pour déterminer la trempe qui lui convient, en cassant en plusieurs endroits un barreau trempé, après avoir reçu une chaleur inégale & comme graduée dans sa longueur. Ce qui prouve bien démonstrativement l'influence du degré de chaleur sur le grain, au moins pour une espèce donnée d'acier, c'est la dégradation qu'on remarque de la trempe la plus chaude à la plus froide. On conçoit que ces variétés de grains doivent être infinies ; cependant Réaumur, qui a porté jusqu'au scrupule l'application la plus industrieuse sur cet objet, qui a cassé des barreaux, même dans leur longueur, pour examiner la progression insensible du grain, a cru pouvoir réduire toutes les différences à quatre ordres : le *premier* composé de gros grains blancs, brillans ; le *second*, mêlé de grains blancs brillans un peu moins gros, & de grains ternes ; le *troisième*, tout de grains fins, ternes & souvent gris ; le *quatrième* (qui commence où finit le précédent, & qui marque l'endroit où l'acier n'a pas eu assez chaud pour prendre la trempe) présente des grains un peu moins ternes, un peu plus gros, *mal terminés, & pour ainsi dire par traînées.*

On comprend facilement qu'à trempe égale, c'est-à-dire, à une égale chaleur, l'acier le plus parfait prend un grain plus fin, ainsi que le dit Réaumur, mais il n'en est pas de même de ce que cet Auteur ajoute que « si on chauffe un morceau d'acier très-» fin, presque blanc, qu'on le trempe en cet état, » & qu'on le casse, sa cassure ne fera voir qu'un » gros grain ; que si l'on ne chauffe un acier mé-» diocre que couleur de cerise, & qu'on le casse » après la trempe, on lui trouvera un grain fin. » Cette proposition, qui a l'air d'un paradoxe, est cependant confirmée par des expériences multipliées ; j'aurai occasion d'en rapporter quelques-unes.

4°. Le célèbre Rinman a fait lui-même plusieurs expériences sur différentes espèces d'acier trempées après avoir été chauffées : 1°. au rouge obscur, 2°. au rouge vif, 3°. au rouge-blanc. (§. *278.*) Voici les résultats de ses observations.

Les aciers durs & cassans, faits par cémentation au feu de charbon, étant chauffés au *rouge obscur*, & trempés, ont montré dans leur cassure un grain fin un peu brillant, d'un jaune blanc.

Trempés *au rouge vif*, grain plus gros & plus brillant.

Trempés *au rouge-blanc*, grain gros & brillant ; ils étoient cassans au point de se laisser pulvériser.

Les aciers de cémentation ordinaire, faits au feu de bois, étant chauffés & trempés *au rouge obscur*, ont souffert plusieurs coups de marteau avant que de casser, ils ont montré dans leur cassure un grain très-fin, d'un gris-blanc, non brillant.

Trempés *au rouge vif*, ont cassé plus facilement & montré un grain plus gros.

Trempés *au rouge-blanc*, étoient moins cassans, & présentoient un grain très-fin.

Divers *aciers de fusion non conroyés*, trempés au rouge obscur, étoient aigres, ont cassé en travers, & montré dans leur cassure un gros grain, inégal, tournant au jaune.

Trempés *au rouge vif*, encore plus cassans, & grain plus grossier.

Trempés *au rouge-blanc*, aussi cassans que le précédent, & le grain aussi grossier.

Divers *aciers de fusion conroyés*, trempés *au rouge obscur*, ont souffert de très-grands coups de marteau avant de se rompre ; leur cassure étoit de couleur grise, & montroit un grain fin, pourtant moins que l'acier de cémentation ; on appercevoit un peu de nerf à un des angles.

Trempés *au rouge vif*, ils étoient un peu plus fragiles sous le marteau ; on distinguoit dans la cassure, de petits sillons parallèles de grains brillans, occasionnés par la réunion des barres conroyées. Au reste, il n'y avoit plus de traces de nerf.

Trempés *au rouge-blanc*, ils ont été également fragiles sous le marteau, mais un peu moins que l'acier de cémentation ; on voyoit de la manière la plus distincte dans la cassure, des grains plus fins & des grains plus gros & brillans, suivant les différens brins conroyés

5°. Pour avoir des conséquences encore plus directes sur la modification du grain par le refroidissement, j'ai pris quatre morceaux de poids à peu près égal, cassés dans la même barre d'acier boursoufflé, sortant du fourneau de cémentation, qui s'y étoit refroidie très-lentement, & qui présentoit dans sa cassure un grain assez égal, mais gros & brillant. Tous ces morceaux ont été chauffés au rouge, sur

un têt placé au milieu d'un fourneau à vent ; ils ont été retirés en même temps : l'un a été laissé à côté du fourneau pour refroidir spontanément à l'air, un autre a été jeté dans l'eau froide, le troisième, dans l'huile de lin, le quatrième a été plongé dans du mercure, & fixé par une pince au fond du mortier de fonte qui le contenoit.

Le *premier* a résisté long-temps au marteau avant de se casser, il a fallu l'entailler d'abord par la lime, & elle n'y mordoit que difficilement ; il a montré dans toute sa cassure un grain sensiblement plus fin & moins brillant que celui de la barre où il avoit été pris.

Le *second*, trempé à l'eau, a cassé assez facilement, son grain étoit un peu plus fin, mais presque aussi blanc que celui du précédent.

Le *troisième*, trempé à l'huile, s'est trouvé très-dur à la lime, j'ai eu une peine extrême à le rompre, son grain étoit aussi fin, & même un peu plus terne que celui du morceau trempé à l'eau.

Le *quatrième*, trempé au mercure, l'emportoit sensiblement sur tous les autres, pour la finesse & la couleur grise du grain ; il avoit aussi moins de corps, & s'est partagé du premier coup de marteau en plusieurs fragmens, la plupart en travers.

6°. Ces expériences comparées sur le même acier, me paroissant les plus propres à déterminer la cause immédiate du changement de grain, j'ai cru devoir les répéter sur un acier plus fin. J'ai pris en conséquence un barreau d'acier de deux lignes quarrées, tel qu'on l'envoie d'Allemagne pour les burins & autres outils d'horlogerie, je l'ai partagé en quatre morceaux, j'ai opéré comme pour l'acier boursoufflé : voici les résultats.

Le *premier* morceau, refroidi à l'air, se courboit sous la panne du marteau, il a fallu l'entamer à la lime pour le rompre, la cassure a présenté dans le milieu un grain assez fin, mais blanc & brillant, & tout autour du nerf de couleur grise.

Le *second*, trempé à l'eau, s'est cassé net en trois fragmens du premier coup; son grain parfaitement égal, étoit d'un gris cendré, & de la plus grande finesse. L'ayant poli sur une de ses faces, l'acide nitreux y a laissé une tache noire, mais peu foncée; tandis qu'une goutte du même acide portée sur le milieu de la cassure, après qu'elle eut été également polie, y a laissé une tache noire beaucoup plus foncée. Ce fait que je crois devoir noter ici en passant, nous fournira ailleurs des conséquences importantes.

Le *troisième*, trempé à l'huile, se courboit aussi facilement que celui refroidi à l'air; cependant la lime l'entamoit à peine, je n'ai pu le rompre qu'à l'étau; son grain étoit moins fin que le précédent, mais d'une couleur plus sombre; on voyoit un peu de nerf dans un angle.

Le *quatrième*, trempé au mercure, en est sorti moins décapé que celui trempé à l'eau; il a cassé net, son grain tenoit le milieu pour la finesse entre ce dernier & celui trempé à l'huile, il étoit aussi un peu plus gris que celui-ci; & sur deux de ses faces, on remarquoit une lame plus épaisse de nerf.

J'avois fait rougir en même temps, & au même degré, un bout d'acier de fleuret de 21 lignes de longueur, 3 de largeur, & 1 d'épaisseur, & je le trempai au mercure ; il en sortit bien découvert, & il y avoit pris la trempe, au point de se rompre facilement entre les doigts; son grain étoit très-égal, assez fin, pourtant moins que celui du barreau quarré ci-dessus trempé au mercure, & sur-tout plus blanc & plus brillant. Je ne dois pas oublier que ce grain étoit aussi sensiblement plus gros que celui du fleuret dont le fragment avoit fait partie dans son état élastique, & qui avoit reçu nécessairement une trempe plus douce.

7°. On voit déjà par ce qui précède, que ce n'est pas l'eau seulement qui durcit l'acier, & qu'il peut recevoir la trempe de tout fluide, capable d'accélérer son refroidissement. Justement préoccupé de cette idée, il n'est guère de liqueur simple ou composée, qu'on n'ait essayée & proposée, pour perfectionner la trempe de l'acier. Les uns se servent d'urine pure ou mêlée; d'eau chargée de sel commun, ou de nitre, ou de sel ammoniac; M. Lauræus conseille le jus d'ail, M. Justi, une lessive foible de soude ou de potasse; l'air rafraichi par la vapeur humide d'une cascade, durcit très-bien, suivant M. Perret; on a recommandé le mèlange de glace ou de neige, pour les ouvrages qui doivent être très-durs; le suif & les huiles, pour ceux qui doivent être plus doux; on a imaginé de couvrir l'eau d'une couche d'huile, pour empêcher les gersures à la surface ou la courbure des pieces; on a composé avec des substances salines & phlogistiques différentes pâtes destinées à couvrir les ouvrages avant de les faire chauffer pour la trempe, &c. Mon objet n'est pas d'apprécier toutes ces recettes qui varient dans chaque attelier, où on les conserve comme des secrets précieux, dès qu'elles ont réussi à un certain point; je ne cherche que les faits, qui, par leur simplicité, peuvent servir à éclairer la théorie.

Suivant Réaumur, l'acier chauffé couleur de cerise, & trempé dans l'eau bouillante, prend peu de dureté; mais chauffé au rouge foible, *il y a acquis la dureté qu'il eût acquis, s'il eût été trempé dans l'eau froide, n'ayant que la couleur de cerise.* Au contraire, M. Rimman assure positivement que la trempe dans l'eau chaude ou tiéde ne vaut rien. (§. *277*, *n. 6.*) Il ajoute cependant qu'on peut y durcir l'acier, mais qu'il faut lui donner un bien plus haut degré de chaleur, ce qui le rend plus fragile & plus grossier. On peut donc dire, à plus forte raison, avec M. Justi, que la trempe au plomb fondu, indiquée pour les ressorts de montre, ne produiroit aucun effet, puisqu'elle supposeroit un degré de chaleur qui en détruiroit le corps. Il en est tout autrement du recuit dans le plomb en fusion, qui a l'avantage d'être parfaitement égal. La différence très-caractérisée des deux états, dans lesquels se trouve le même acier,

après avoir été simplement trempé dans le plomb fondu, ou après avoir été trempé à l'eau froide & recuit dans le plomb fondu, jusqu'à revenir au bleu, puis de nouveau plongé dans l'eau, semble nous indiquer que, quoique la trempe paroisse dépendre en quelque sorte de la proportion du refroidissement subit, quoiqu'il y ait, comme le dit Réaumur, *une sorte de compensation entre tremper une pièce moins chaude dans une eau plus froide, & tremper une pièce plus chaude dans une eau moins froide*, il se trouve néanmoins dans l'échelle des degrés de chaleur auxquels on peut porter l'acier, un terme nécessaire pour lui donner une certaine dureté, & dont l'effet ne peut être détruit complètement, que lorsqu'il aura été ramené à peu près au même point. Je dis *à peu près*, car c'est une observation également certaine, & tout aussi importante, que *l'acier, qui aura été trempé blanc, sera entièrement détrempé, si, après l'avoir remis au feu, on lui fait prendre les premières nuances de rouge*. J'emprunte encore ici les termes de Réaumur.

En parlant de la plus forte chaleur que puisse souffrir l'acier, je n'ai pas entendu un degré d'incandescence capable de l'altérer, ou même de le ramener à l'état de fer; il reste encore un intervalle assez considérable, puisqu'on est bien d'accord qu'un acier est d'autant plus dur, & qu'il a un grain d'autant plus gros, qu'il a été trempé plus chaud, ce qui n'arrive certainement pas au fer.

C'est ce que confirme parfaitement une autre observation de Réaumur. Que l'on trempe, dit-il, un acier à un degré de chaleur, tel qu'il prenne un grain blanc, qu'on le casse en deux morceaux, que l'on conserve l'un, que l'on donne à l'autre un recuit jusqu'au bleu, qu'on le casse enfin lorsqu'il sera refroidi; on trouvera la cassure du morceau recuit, d'un grain plus fin & plus terne que celui du morceau non recuit, & ce Physicien n'en conclut pas, contre l'évidence, que le grain observé dans l'acier recuit, soit celui que lui auroit donné la trempe à un degré de chaleur égal à celui du recuit, mais seulement qu'*on a remis cet acier dans un état pareil à celui où il se seroit trouvé, s'il eût été trempé moins chaud.*

Si la chaleur du plomb fondu ne permet guère de croire qu'une pareille trempe puisse opérer le refroidissement nécessaire à l'endurcissement de l'acier, il n'en est pas de même de celle que Réaumur dit avoir tentée avec succès, en faisant entrer des pointes d'acier rougies dans du plomb, dans de l'antimoine & dans du bismuth; ces métaux se trouvant à la température ordinaire, ont dû absorber subitement d'autant plus de chaleur, qu'ils en avoient plus besoin pour acquérir la fluidité.

8°. Si les fluides, dans lesquels on plonge l'acier pour le durcir, n'influoient que par la différence de leur température actuelle, avec celle que l'on a donnée à l'acier, il s'ensuivroit que celui qu'on a laissé refroidir à l'air ambiant, devroit être plus dur que celui qu'on auroit éteint dans de l'eau chauffée, à quelques degrés au dessus de la température de l'atmosphère; or, il s'en faut bien que cela soit ainsi. De l'eau à 20 degrés du thermomètre de Réaumur, donne une trempe seche quand l'acier est bien rouge, au lieu que dans un air à 12 degrés, l'acier ne durcit nullement, même à l'aide de l'agitation, à moins que ce ne soit une pièce très-mince; encore n'y aura-t-il que l'extrêmité ou la pointe qui aura pris un peu de dureté.

Ce n'est pas non plus la densité du fluide qui détermine entiérement l'effet; on en juge bien par la comparaison de la trempe du même acier chauffé au même degré, dans l'eau & dans le mercure. Il est donc probable que l'accélération du refroidissement résulte ici de plusieurs causes combinées, telles, 1°. que la densité ou la quantité de matière que contient le volume environnant; 2°. la figure des parties constituantes de ces substances, qui les dispose à un contact plus ou moins parfait; 3°. la qualité plus ou moins conductrice de chaleur dont jouissent les molécules. Il m'est arrivé de tremper en même temps des morceaux de même acier, du poids de 6 gros, l'un dans *10 livres de mercure*, l'autre dans *24 onces d'eau*, tous les deux contenus dans des vaisseaux pareils de fonte; &, quoique bien prévenu par ce que Réaumur en avoit écrit, je fus extrêmement surpris de la différence de température à laquelle se trouvèrent, un instant après, ces deux fluides; l'eau n'avoit presque pas changé, & la chaleur sensible du mercure étoit telle que j'avois peine à y tenir le doigt. J'eus occasion de vérifier une autre différence aussi marquée, & qui n'est pas moins importante, quoiqu'elle dépende probablement d'une autre cause, c'est qu'un morceau de fer ou d'acier rouge de feu, plongé dans l'eau, même chaude, occasionne un frémissement qui dure quelques secondes, au lieu que l'immersion dans le mercure se fait sans le moindre bruit.

Pour avoir un terme de comparaison plus fixe de la chaleur sensible que prennent quelques-uns des fluides dans lesquels l'acier reçoit la trempe, j'ai pris trois morceaux pareils du même acier, chacun du poids de 60 grains; j'ai préparé d'une part trois capsules de verre, dont l'une contenoit exactement 8 pouces cubiques de mercure, une autre 8 pouces cubiques d'eau de pluie, & la troisième 8 pouces cubiques d'acide nitreux, rectifié à la maniere de Meyer, affoibli au point d'être en rapport de densité avec l'eau : : 1,113 : 1, la température étant à 17 degrés au dessus de 0; je plaçai enfin dans chacun de ces fluides un thermomètre bien gradué. Ayant fait rougir pour-lors les trois petits barreaux, aussi également qu'il étoit possible, je les jetai dans les trois capsules, à mesure que je les retirois du fourneau, en commençant par l'eau, & finissant par le mercure, pour donner à celui-ci le désavantage du degré de chaleur : le thermomètre plongé *dans l'eau*, ne s'éleva qu'à 19 degrés; celui qui étoit *dans l'acide nitreux*, à 20; celui qui avoit été fixé dans la capsule contenant *le mercure*, s'éleva à 24 degrés. Je ne dois pas omettre une circonstance qui contri-

bua sans doute encore à diminuer la chaleur sensible du dernier, c'est que le barreau d'acier, avant que d'être refroidi, s'échappa de dessous le tube de verre évasé en forme de pavillon qui me servoit à le fixer au fond de la capsule.

9°. Dans le nombre des matières qui peuvent servir à la trempe, il y en a qui méritent d'être considérées par rapport à leur caractère particulier, ce sont sur-tout celles que l'on nomme grasses ou phlogistiques. M. Perret, qui conseille une première trempe au suif, pour préserver l'acier des cassures auxquelles il est sujet quand on le trempe tout de suite à l'eau, ne croit pas que le suif puisse le durcir, & semble attribuer le peu de dureté qu'il reçoit de l'huile végétale, à la portion d'eau qu'elle recèle en plus grande quantité que la graisse; mais la présence de l'eau n'est pas plus démontrée dans l'huile que dans le suif; ce raisonnement supposeroit d'ailleurs qu'aucun endurcissement ne pourroit résulter que du contact des parties aqueuses, tandis qu'il est certain que tout corps refroidissant, le produit. A la vérité, le suif ne donne jamais une trempe aussi sèche, mais il durcit réellement, ainsi que tous les huileux, & change le grain de l'acier; j'en ai eu moi-même la preuve sur deux aciers trempés dans *l'huile de lin.* Réaumur avoit déjà fait l'essai du *suif*, du *beurre*, de *la cire*, de *l'huile*, de la *résine*, de *l'esprit-de-vin* & du *savon*, & toutes ces trempes lui ont seulement paru plus foibles que celles de l'eau : l'acier chauffé couleur de cerise, n'a pas pris (dit-il) dans l'esprit-de-vin une dureté suffisante pour résister à la lime : trempé plus chaud dans la même liqueur, *il en sort assez dur pour que la lime ne puisse mordre dessus*. En un mot, il passe encore pour constant que c'est de la trempe au suif, que les faux reçoivent à la fois la souplesse & le degré de dureté qui est nécessaire à leur taillant. Tel est véritablement l'effet des matières grasses dans la trempe de l'acier, de lui conserver, comme je l'ai déjà remarqué, beaucoup plus de corps, en le durcissant cependant à un certain point; & la preuve que cet effet ne se borne pas à empêcher les gersures par un refroidissement trop subit à la surface, c'est qu'une barre de quatre lignes d'épaisseur, trempée dans l'huile de lin, a présenté dans toute sa masse, & jusques dans l'intérieur, le même corps, la même propriété remarquable de céder au marteau & de résister à la lime.

10°. Il est enfin une autre espèce de fluides applicables à la trempe de l'acier, dont il me paroit d'autant plus important de déterminer la manière d'agir, qu'un des plus illustres Chymistes modernes, M. Lavoisier, en fait la base d'une nouvelle hypothèse très-ingénieuse : ce sont les substances salines, & particulièrement les acides.

Réaumur a observé que l'acier trempé dans les *eaux chargées de sels*, se découvroit beaucoup mieux que dans l'eau commune, qu'il en étoit de même dans le *vinaigre*, dans le *verjus*; qu'il paroissoit même prendre plus de dureté & devenir plus cassant dans ces derniers, & il continue en ces termes : « mais une liqueur, dont l'effet n'a pas » été équivoque, c'est *l'eau-forte*; j'y ai trempé » de l'acier en différens états; je l'y ai trempé quel- » quefois si peu chaud, qu'à peine montroit-il une » nuance de rouge, regardé même dans l'obscurité; » si on l'eût plongé dans l'eau froide, il en fût sorti » très-limable; & quand il a été retiré de l'eau- » forte, il étoit bien trempé, la lime n'y pouvoit mordre. » L'*acide* muriatique, ou esprit de sel, ne lui a pas paru produire autant d'effet, mais *il a encore endurci l'acier trempé à un degré de chaleur, auquel l'eau commune ne l'eût point endurci.*

Cette observation a été vérifiée par M. Lavoisier; l'expérience, dit ce Savant, ne réussit pas exactement à froid, parce que la couche d'éthiops martial qui se forme, est trop peu épaisse, & qu'elle se dissout presqu'aussi-tôt qu'elle est formée; mais si on fait seulement rougir obscurément le fer, & qu'on le trempe dans cet état dans l'acide nitreux foible, on obtient un acier extrêmement dur à sa surface, & qui est absolument inattaquable à la lime. (*Acad. R. des Sc. ann. 1782, page 556.*)

L'expérience que j'ai précédemment rapportée, concernant la différence de chaleur sensible des fluides où l'on trempe l'acier, m'a fourni l'occasion de comparer en même temps l'effet de la trempe à l'eau, & de celle à l'acide nitreux, sur le même acier chauffé au même degré. Il est assez remarquable que le barreau trempé à l'acide, ait tout à la fois montré plus de dureté sous la lime, & conservé plus de corps, puisqu'il a cassé net, tandis que celui trempé à l'eau s'est rompu en escalier, ce qui annonce certainement plus de fragilité. Je n'ai pu appercevoir la plus petite différence par rapport au grain qui dans tous les deux étoit également fin & terne; tous les deux ont été de même tachés par l'acide nitreux, soit à la surface simplement découverte à la meule du Lapidaire, soit au centre de la cassure : cependant les taches du barreau trempé à l'acide, paroissoient d'une nuance un peu plus foncée que celles du barreau trempé à l'eau.

11°. Je dois faire encore état, d'après le mémoire de M. Lavoisier, de trois phénomènes qui lui paroissent pouvoir servir à l'explication de la trempe de l'acier : la production du gas inflammable lors de l'immersion dans l'eau, l'augmentation de son poids, & la disproportion de gas inflammable que fournissent ses différentes couches, pendant leur dissolution dans le même acide. (*Ibid.*)

Par rapport à la *production du gas inflammable*, on ne peut douter qu'elle n'ait lieu lorsqu'on éteint dans l'eau du fer incandescent; la belle expérience de la décomposition de l'eau dans un canon de fusil, est le dernier terme de l'action réciproque de ces deux substances l'une sur l'autre; & quoique l'acier chauffé pour la trempe soit très-éloigné de cet état d'incandescence, il est assez probable qu'il subit une calcination proportionnelle au moins à sa surface. Ce n'est pas ici un de ces effets, comme la nature nous en offre quelquefois, dont la cause demeure dans

une inertie absolue, jusqu'à la réunion d'une condition, qui se trouveroit, par exemple ici, dans un degré donné d'incandescence : on sait que l'eau agit sur la limaille de fer, même à la température ordinaire.

L'*augmentation de poids de l'acier* par la trempe viendroit merveilleusement à l'appui de cette calcination proportionnelle, en prouvant qu'il s'y est réellement fixé une portion d'air vital, acidifiant ou oxygine; mais M. Lavoisier juge plutôt cette augmentation qu'il ne l'affirme, & Réaumur ayant trempé un morceau d'acier, du poids juste d'une once, précisément dans la vue d'observer si ce poids absolu seroit augmenté, a reconnu qu'il y avoit au contraire perte de $\frac{1}{3}$ grain.

J'ai répété cette expérience sur 13 gros d'acier de cémentation, en un seul morceau dressé & poli sur toutes ses faces, pour qu'il ne pût s'en séparer aucune écaille, sans laisser des traces sensibles; au lieu d'augmentation de poids, j'ai trouvé un déchet de $\frac{1}{4}$ de grain, & c'étoit à peu près tout ce que pouvoit peser le peu de poussière noire qui s'étoit détaché lors de l'immersion, & déposé au fond de l'eau. Peut-être qu'en faisant cette expérience encore plus en grand, & avec les mêmes précautions, on obtiendroit une augmentation sensible, ou du moins un résultat négatif plus concluant. Dans l'un & l'autre cas, ce seroit une base importante pour établir quelques conséquences solides sur le phénomène que nous cherchons à expliquer.

Pour comparer *les quantités de gas inflammable fourni par les différentes couches de l'acier trempé*, M. Lavoisier a fait rougir, dans un creuset rempli de matières charbonneuses animales, un cylindre de fer, de 6 lignes de diamètre, de 3 à 4 pouces de longueur, il l'a ensuite trempé dans l'eau, de sorte qu'il s'est converti *en une sorte d'acier*, par une opération tout-à-fait semblable à ce que l'on nomme *trempe en paquet*; ayant introduit ce cylindre dans un vase, il a versé dessus de l'acide vitriolique affoibli, il a fait chauffer légèrement, & a reçu le produit aériforme dans un appareil pneumato-chymique; la dissolution s'est opérée d'abord très-lentement; lorsqu'il jugea qu'elle avoit diminué le cylindre d'à peu près $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre, il le retira & en prit le poids exact, après l'avoir bien séché. Il opéra de la même maniere jusqu'à quatre fois, en tenant un compte exact de la quantité de métal dissous, & du gas inflammable produit. En comparant le résultat de chaque expérience, il a *reconnu que la couche extérieure fournissoit proportionnellement à son poids, moins d'air inflammable que celle qui la suivoit; que celle-ci en fournissoit moins que la troisième, ainsi de suite.*

Quelque délicate que soit la manipulation de cette expérience, la sagacité & l'exactitude bien connues de l'illustre Académicien ne permettent pas de douter qu'il n'ait pris les précautions nécessaires pour écarter tous les accidens qui auroient pu lui en imposer; cependant, comme la trempe en paquet ne porte pas toute la masse à l'état d'acier, & qu'elle ne fait, à vrai dire, que rendre la surface susceptible de durcir par le refroidissement, je ne puis m'empêcher de regretter que cette expérience n'ait pas été répétée sur du fer converti d'avance tout entier en acier, pour suivre plus spécialement l'altération progressive occasionnée par la trempe, dans une masse plus homogène. Si l'on considère d'ailleurs que la tache noire que l'acide nitreux laisse sur l'acier, est due très-vraisemblablement à cette même substance que M. Lavoisier regarde comme un pur éthiops martial, on aura peine à concilier avec ces résultats l'observation que j'ai rapportée ci-devant (pag. 436, n°. 6.), d'une tache bien plus foncée, au milieu de la cassure d'un acier trempé, qu'à sa surface. J'ai cherché à observer quelque différence entre la tache de la surface & celle du milieu de la cassure; j'ai pris à dessein un barreau d'acier cémenté, large de huit lignes, épais de quatre lignes; je lui ai donné une trempe très-douce, suffisante cependant pour rendre son grain beaucoup plus fin, & le mettre en état de casser net; j'ai découvert légèrement une de ses faces sur la meule de plomb, j'ai pareillement dressé & poli la face de la cassure : la tache que l'acide nitreux a laissée dans le milieu de cette dernière, étoit absolument de la même nuance que celle sur la face extérieure, & tout près de l'angle où l'on pouvoit juger, d'après cette hypothèse, que la conversion en éthiops, par l'effet de la trempe, auroit dû être tout autrement avancée. Je me bornerai, quant à présent, à ces réflexions, étant obligé de revenir sur ce sujet dans la conclusion de cet article.

12°. Ces nouvelles vues rendent encore plus important l'examen de l'altération que le fer crud & le fer doux éprouvent eux-mêmes par la trempe, ce sera le dernier fait que je m'appliquerai à déterminer.

La *fonte* durcit par le refroidissement, il n'est pas même besoin de l'accélérer par l'immersion dans l'eau : on connoit l'expérience de M. Jars. Ce célèbre Métallurgiste voulant prouver, contre l'opinion commune, que la couleur blanche des fontes n'est pas toujours une preuve de l'impureté du métal; contre les principes de Réaumur, que le passage du gris au blanc n'est pas l'effet de l'affinage ou de la purification du métal; imagina de faire fondre dans deux creusets pareils, des fragmens d'une vieille marmite, d'une fonte dure & cassante; il laissa l'un des creusets se refroidir lentement sous les charbons, il versa l'autre dans un moule en terre, où elle forma une lame d'environ deux lignes d'épaisseur : celle-ci se trouva blanche dans sa cassure, la première étoit plutôt noire que grise, & avoit un commencement de ductilité. (*Voyages métallurg. tom. 1, pag. 17.*) M. Rinman a raison de dire que cette expérience ne peut fonder une conclusion générale, mais il avoue l'avoir répétée avec succès (*Histor. Jaern.* §. 4.), & cela suffit pour décider la question présente, en prouvant qu'un refroidissement accéléré ou retardé, change le tissu du fer crud, comme celui de l'acier.

J'ai voulu obſerver moi-même ce phénomène, & pour cela j'ai pris les deux extrêmes, c'eſt-à-dire, une fonte très-blanche & une fonte d'un gris foncé tirant au noir, qui cédoit facilement à la lime & ſe laiſſoit même un peu refouler au marteau; les ayant trempées l'une & l'autre également rouges, dans l'eau froide, la *première* n'a éprouvé aucun changement ni pour la couleur, ni pour le grain; la *ſeconde* a montré dans ſa caſſure un grain conſervant exactement la même couleur d'un gris-bleu, mais ſenſiblement plus fin; elle avoit donc pris la trempe, ce que l'on ne peut affirmer de la première, qui, à toutes les épreuves, ſe montra la même avant & après l'opération.

Pour ne rien négliger de ce qui pouvoit aſſurer les réſultats, j'ai eu l'attention de faire paſſer ces morceaux par un calibre avant de les faire rougir; la fonte griſe avoit pris une augmentation d'environ $\frac{1}{12}$ de ligne ſur une longueur de 14 lignes; ſon poids étoit reſté le même, ou plutôt elle avoit perdu $\frac{3}{8}$ de grain ſur 17 gros.

Enfin ces morceaux touchés par l'acide nitreux me fournirent encore une obſervation qui vient à l'appui des précédentes. La fonte griſe fut tachée en noir comme l'acier, ſoit avant, ſoit après la trempe, ſoit ſur les faces extérieures, ſoit au centre de la caſſure; tandis que dans aucun temps l'acide nitreux ne laiſſa la moindre tache de noir ſur la fonte blanche. Je remarquai ſeulement comme une ſingularité que je n'avois pas encore apperçue, que chaque goutte d'acide que j'y portois prenoit très-promptement une couleur d'un jaune-citrin; je me garderai bien d'aſſurer que ce ſoit une propriété de toutes les fontes appellées blanches, ni même des fontes blanches de la nature de celle que je traitois, mais le plus petit fait peut devenir un caractère utile, quand, à force de ſe répéter ſous les yeux de l'obſervateur, il établit un rapport conſtant avec une ſorte de compoſition particulière.

Ces expériences me fourniſſoient déjà une partie des lumières que je cherchois, mais elles ne décidoient pas aſſez à mon gré les conſéquences que l'on pouvoit tirer de celle de M. Jars; je pris donc le parti de la répéter en même temps dans quatre creuſets pareils, expoſés au même feu du fourneau *Macquer*, ſavoir deux qui contenoient chacun trois onces de la fonte blanche dont j'ai déjà parlé, & les deux autres, chacun trois onces de la fonte griſe ci-deſſus décrite. Lorſque je jugeai que la matière pouvoit être fondue, je retirai du fourneau un des creuſets qui contenoient la fonte griſe & un de ceux qui contenoient la fonte blanche, je les verſai ſur-le-champ l'un & l'autre ſur des aſſiettes de terre non vernïſſées, & je les laiſſai refroidir à l'air libre. Tout en les verſant, je remarquai que la fonte griſe étoit bien plus pâteuſe, la blanche plus fluide; à peine cette dernière fut-elle coulée, il en jaillit quantité d'étincelles blanches, brillantes, qui m'obligèrent de m'éloigner.

A l'égard des deux autres creuſets, non-ſeulement je les laiſſai au fourneau, mais je les couvris de nouveaux charbons, je jetai pardeſſus des cendres, & je laiſſai la chape du fourneau ouverte, pour arrêter le tirage, de manière que le feu ne s'éteignit que très-lentement.

Le lendemain je fis la comparaiſon, & voici les obſervations que je recueillis.

La *fonte blanche coulée à l'air* fournit une ſeule maſſe ronde de 4 lignes dans ſa plus plus grande épaiſſeur, remplie à ſa ſurface ſupérieure, de groſſes bourſoufflures. Sa caſſure étoit auſſi blanche qu'auparavant; on n'y appercevoit pas plus de grain; elle étoit auſſi dure à la lime, elle prit de même à la meule un poli aſſez vif, l'acide nitreux porté deſſus, fut bientôt coloré en jaune-citrin, & il n'y laiſſa pas plus de tache que ſur le fer doux; les traces de ſon action étoient ſi peu marquées, qu'on avoit peine à les retrouver.

La *fonte blanche refroidie au fourneau* avoit formé un ſeul culot de 8 lignes $\frac{1}{2}$ d'épaiſſeur, bien moulé, qui ne peſoit plus que 3 onces moins 43 grains, à cauſe de quelques ſcories noires très-légères, reſtées adhérentes aux parois du creuſet. La couleur de ſa caſſure n'avoit qu'une nuance de différence, tournant au gris, mais le grain y étoit beaucoup plus ſenſible; la lime y prenoit un peu plus facilement, & l'acide nitreux y laiſſa une tache très-diſtincte d'une nuance intermédiaire entre celles de fer ductile & d'un acier mou.

La *fonte griſe coulée à l'air* donna un gâteau de 3 lignes d'épaiſſeur en ſon milieu, couvert d'écailles de fer brûlé, qui repréſentoient les fourreaux des fragmens mis au creuſet, & même quelques morceaux qui n'étoient pas entièrement fondus. Sa caſſure étoit manifeſtement moins griſe qu'auparavant, le grain un peu moins prononcé & plus dur à la lime. Au reſte l'acide nitreux la tachoit toujours d'un gris-noirâtre.

La *fonte griſe refroidie au fourneau* ne fut pas réunie en un ſeul culot, il n'y eut de fuſion complète que d'environ les trois quarts; la couleur de la caſſure étoit la même qu'auparavant, mais le grain étoit conſidérablement groſſi; elle paroiſſoit encore avoir acquis de la ductilité ſous le marteau, tandis qu'on auroit jugé qu'elle auroit plutôt perdu que gagné, par rapport à la facilité de céder à la lime; enfin l'acide nitreux y laiſſa la même tache d'un gris-noir, que ſur le morceau coulé à l'air, & ſur celui gardé pour étalon.

Il eſt aiſé maintenant de circonſcrire les conſéquences de l'obſervation de M. Jars; mais j'ai déja annoncé que mon plan étoit de réunir tous les faits avant que de les raiſonner.

Il eſt bien connu que, de même que l'acier, le fer devient auſſi plus caſſant en hiver & dans le temps des grands froids, qu'en été; mais on n'eſt pas également d'accord de l'*effet de la trempe ſur le fer ductile*.
» Si on trempe du fer rouge couleur de ceriſe, ou » rouge-blanchâtre (dit Réaumur), on ne l'endur-» cira

» cira pas au point de résister à la lime, mais il n'y
» a pas d'ouvrier qui ne sache que le fer qui a été
» trempé, est moins doux, moins pliant..... mais
» si on veut voir tout ce que la trempe peut pro-
» duire sur le fer, qu'on le chauffe presque fondant
» & qu'on le plonge alors dans l'eau froide. J'ai
» souvent trouvé que le fer trempé ainsi fondant,
» avoit une dureté approchante de celle de l'acier,
» qu'il résistoit aux limes. »

Cette observation est confirmée par les expériences de M. le Comte de Buffon, qui, dans le IIe. volume de son Histoire des minéraux, a de nouveau assuré que *la trempe à l'eau froide rend le fer cassant*, que *l'action du froid pénètre à l'intérieur, rompt & hache le nerf & le convertit en grains*, & qui en donne pour preuve l'observation faite sur plus de deux cents barres, dont une moitié étoit de bon fer nerveux, tandis que l'autre moitié n'avoit plus de nerf & ne présentoit qu'un mauvais grain, parce que les ouvriers accoutumés à tremper dans l'eau la partie de la barre qu'ils viennent de forger, pour la refroidir plus promptement, avoient suivi leur habitude dans un temps de forte gelée.

M. Rinman soutient au contraire que la trempe à l'eau ne rend le bon fer, ni plus cassant, ni sensiblement plus dur; que celui qui est mêlé d'acier prend à la vérité un peu de dureté, mais qu'il suffit de le chauffer de nouveau, pour le rendre aussi doux qu'auparavant; que le fer fragile-froid devient, par la trempe, encore plus cassant, comme l'acier, sans acquérir pour cela beaucoup plus de dureté. Il donne même comme un signe de la bonne qualité du fer, la propriété de se trouver aussi doux à la lime, après la trempe, & de ne présenter aucun endroit plus dur. (*Hist. Jaern.* §§. 70 & 75.)

J'aurois desiré me trouver à portée de faire des expériences sur des quantités assez considérables pour décider la question; à défaut d'occasion favorable, j'ai cherché à y suppléer par une attention scrupuleuse dans les deux essais dont je vais rendre compte, dont les résultats feront peut-être quelque impression sur ceux qui sont dans l'opinion que la manipulation plus soignée de ces sortes d'épreuves compense, à bien des égards, les avantages des grandes opérations, où la somme des accidens est presque toujours en proportion des volumes & des masses.

Après avoir rompu quantité de petits barreaux de fer, pour en trouver de cassure uniforme, j'en ai choisi deux de 2 pouces de longueur, de 3 lignes de chaque face; l'un étoit presque tout nerf aux deux bouts; l'autre, mêlé de très-peu de nerf, présentoit aux deux cassures un bon grain. Après les avoir touchés en divers endroits avec de l'acide nitreux, & reconnu qu'il n'y laissoit qu'une tache blanche comme le fer pur, je les dressai sur toutes les faces, & les étalonnai tous les deux très-exactement dans un calibre; j'en pris le poids très-juste, je les fis rougir l'un à côté de l'autre sur une tourte au fourneau de fusion, & lorsqu'ils commençoient à prendre la chaude suante, je les jetai dans l'eau, qui étoit en ce moment à la température de 11 degrés $\frac{1}{2}$. Ces barreaux sortirent de l'eau en partie découverts, en partie couverts d'une très-mince pellicule noire, comme il arrive le plus souvent à l'acier. On pouvoit dire qu'il n'y avoit eu ni augmentation, ni diminution de poids, car les petites écailles trouvées au fond de l'eau représentoient le quart de grain qui manquoit à l'un & les $\frac{3}{4}$ qui manquoient à l'autre. Il en fut de même pour le volume, les deux lingots rentrèrent dans le calibre avec autant de facilité qu'avant la trempe. La nature du grain étoit ce qui méritoit le plus d'attention; pour l'avoir net, je fus obligé d'entamer les barreaux par des coups de lime assez profonds de tous les côtés, comme je l'avois fait pour le fer d'où je les avois tirés, ce qui annonçoit déjà que leur tenacité n'étoit pas beaucoup diminuée; étant ainsi parvenu à les rompre, j'examinai le grain à l'œil nud & à la loupe, en plaçant chaque cassure du morceau trempé à côté de la cassure du barreau où il avoit été pris, & du bout correspondant que j'avois marqué & gardé exprès; il me fut impossible d'appercevoir la plus légère différence dans le morceau qui n'avoit que peu de nerf; dans l'autre, le nerf sembloit s'être resserré & avoir fait place à une plus grande quantité de grain, mais qui ne différoit encore ni pour la couleur, ni pour le brillant, ni pour la grosseur, de celui qui existoit précédemment & que rappelloient également les bouts gardés pour comparaison.

Pour la dureté, je ne me bornai pas à la tâter à la lime, j'employai encore l'instrument tranchant, je levai tout aussi facilement un petit ruban sur les arrêtes des barreaux trempés, que sur celles des barreaux de même fer non trempés, & l'outil n'en fut pas plus endommagé.

Enfin, après avoir enlevé de chacun des barreaux la portion du milieu qui faisoit environ le tiers de leur longueur, & poli sur la meule une des faces & un bout de cette portion, j'y portai de l'acide nitreux; mais elle ne fut pas plus tachée en noir dans un endroit que dans l'autre, c'est-à-dire, pas plus à la surface du barreau qu'au centre: l'impression de l'acide fut par-tout la même que sur le fer non trempé.

L'effet de la trempe sur la fonte & le fer doux, ainsi déterminé, il ne me reste plus qu'à présenter ce qu'il y a de plus connu sur les caractères distinctifs de l'acier.

Des caractères & des propriétés de l'acier.

V. Indépendamment de la propriété de durcir à la trempe, qui rend l'acier si précieux dans les arts, il se distingue encore du fer par d'autres caractères.

1°. Il prend un poli plus vif, & se montre alors d'une *couleur* plus blanche que le fer; on connoit des fontes qui en approchent, ou même qui le surpassent pour la blancheur, ce sont les plus aigres & celles qui prennent aussi un poli plus parfait que les fontes grises.

2°. La *pesanteur spécifique* de l'acier varie presque autant que celle du fer, que l'on n'est jamais sûr d'obtenir pur, ni dans le même état de grainure ou de crystallisation intérieure, ce qui seroit nécessaire pour en faire la comparaison; cependant l'acier est en général plus pesant. M. Rinman a donné comme le résultat moyen de plusieurs expériences très-exactes sur diverses espèces d'aciers, de fontes & de fers, les rapports suivans de densité avec l'eau:

De l'acier ... :: 7,795 : 1,000.
Du fer ductile .. 7,700.
Du fer crud ... 7,251.

L'acier fondu anglois s'est trouvé de 7,919, c'est-à-dire, le plus pesant de tous; ensuite l'acier de Styrie trempé : : 7,822; enfin l'acier anglois de cémentation : : 7,580.

Cela n'empêche pas que l'on ne rencontre quelquefois du fer plus pesant que l'acier, & de la fonte qui approche de ce dernier, ou même qui l'emporte; M. Rinman, dans ses essais sur les fontes, a vu ces rapports varier depuis 7,000 jusqu'à 7,893 : une remarque essentielle, c'est que les fontes grises sont constamment plus légères que les fontes blanches. Le fer de Graenge, dont la densité étoit 7,698, ne donnoit plus que 7,256 en état d'acier cémenté avec ses boursoufflures; lorsqu'il eut été forgé, il donna 7,767. (*Histor. Jaern.* §. 24.)

On sait que M. Brisson a donné une attention scrupuleuse à la détermination de ces densités, il place en effet les trois substances dans le même ordre; on ne doit pas être étonné qu'il ait porté la densité de l'acier à 7,8331, puisqu'il ne cherchoit pas un terme moyen, mais au contraire, le terme extrême; au reste, il confirme l'observation dont j'ai déjà fait mention, que la trempe diminue la densité: un pouce cube d'acier non trempé peut être évalué, par le calcul, à 5 onces 44 grains; & après la trempe, un pouce cube du même acier ne peseroit que 5 onces 38 grains. Ce Physicien a reconnu que, par l'écrouissement, le même acier non trempé prenoit une augmentation de pesanteur spécique qui le mettoit en rapport avec l'eau : : 7,8404 :.

3°. L'acier non trempé est plus *ductile* à froid que le fer, il l'est par conséquent bien plus que la fonte; la fonte grise a un degré de ductilité bien supérieur à celui de la fonte blanche.

4°. L'acier trempé est susceptible d'une bien plus grande *élasticité* que le fer; il est aussi bien plus *sonore*, ce qu'on connoît par l'usage de l'instrument appellé *triangle*. Le timbre du fer crud, coulé en cloches, annonce qu'il s'approche plus de l'acier pour cette propriété, que le fer forgé.

5°. L'acier est moins attiré par l'aimant que le fer, il reçoit aussi plus lentement la *force magnétique*, mais il la conserve plus long-temps; la fonte s'aimante encore plus difficilement. On a observé que la percussion & le frottement communiquoient cette vertu à l'acier dans un plus haut degré.

6°. L'acier exposé à l'air humide ne contracte pas aussi aisément *la rouille* que le fer, & la fonte a le même avantage.

7°. L'acier poli se colore plus promptement que le fer poli, *à la chaleur du recuit*, & prend des *couleurs* plus vives; la fonte a encore ici la prérogative sur le fer. Le concours de l'air est nécessaire, suivant M. Rinman, pour produire ces couleurs. (§. 51.)

8°. *Au feu de calcination*, l'acier perd moins que le fer, toutes choses égales pour le temps & le degré; on apperçoit sur le premier une flamme d'un bleu clair, quelquefois accompagnée d'une légere odeur de soufre, & quelquefois sans odeur. Les écailles d'acier brûlé sont plus dures que celles du fer, on les préfère pour le travail du poli. A un feu de calcination égal, soutenu pendant neuf heures, M. Rinman a observé les progrès de la calcination, soit pour l'augmentation de poids, soit pour la quantité de fer brûlé, dans les proportions suivantes. (§. 57. n. 1.)

	a augmenté de poids	*Déchet après l'enlèvement du fer brûlé,*
La fonte grise . . .	de $2\frac{1}{2}$ pour $\frac{0}{0}$	de $8\frac{1}{5}$ pour $\frac{0}{0}$
L'acier de cémentation	4 . . .	de $8\frac{1}{3}$
Le fer doux d'Osmond	$6\frac{1}{2}$ . . .	de $15\frac{1}{2}$

9°. L'acier diffère encore très-sensiblement du fer & de la fonte par l'*expansion* qu'il prend à la chaleur. M. Rinman en a fait des essais comparés sur des barres de pareilles dimensions (§. 291), & en les supposant divisées en 560 parties ou points linéaires, il a trouvé que depuis la chaleur du 15e. degré du thermomètre suédois (12 de Réamur) jusqu'au rouge-blanc, l'alongement étoit;

Pour le fer forgé de	7 *divisions*, ou	1,250 pour $\frac{0}{0}$
La fonte . . .	12	2,143
L'acier	16	2,857

Nous avons vu que l'acier conservoit à la trempe une partie de cette expansion, qu'il en étoit de même de la fonte; & que le fer au contraire se retrouvoit exactement dans ses premières dimensions.

10°. Poussé *au feu d'incandescence* à la forge, l'acier entre en fusion en jetant des étincelles, partie blanches, partie rouges, mais qui pétillent moins que celles du fer. Lorsqu'on retire du feu le fer en cet état, il paroit brûler avec une flamme sensible; on n'observe rien de semblable avec l'acier, dit M. Rinman, & sa couleur est toujours plus rouge. (§. 257, n°. 18.)

11°. L'acier est moins *fusible* que la fonte, mais plus fusible que le fer; il n'est pas difficile de fondre l'acier, & même de le tenir en fusion au point de pouvoir être coulé; ce qui constitue proprement le secret de l'acier fondu des Anglois, est une manipulation particulière au moyen de laquelle cet acier coulé conserve sa ductilité : cet acier très-fin, susceptible d'un beau poli noir, est d'ailleurs très-diffi-

cile à traiter au feu ; on ne parvient pas à le souder directement avec le fer, il faut mettre entre deux une autre espèce d'acier. (*Rinman*, §. *271*, *n.* 10.)

12°. L'*eau* pure, même distillée & purgée d'air par l'ébullition, attaque également en vaisseaux clos la limaille de fer crud, de fer ductile & d'acier, en dégage du gas inflammable, en convertit une partie en éthiops. M. Rinman a observé que l'eau dans laquelle il avoit mis de la fonte grise, donnoit, avec la liqueur prussique & l'alcohol gallique, des traces plus sensibles de la présence du métal, ensuite l'eau qui avoit digéré sur l'acier, enfin celle où étoit le fer.

13°. Il résulte des expériences analytiques de l'illustre Bergman, qu'avec les acides vitriolique & muriatique, les quantités de *gas inflammable* fourni par la *fonte* de fer doux, l'*acier* & le *fer* ductile sont, au quintal, moyennement : : 53,1 : 63 : 65,5 ; que les degrés de chaleur sensible, produite pendant leur dissolution dans l'acide nitreux, sont dans un ordre inverse, c'est-à-dire 95,2 pour le *fer*, 75,2 pour l'*acier*, & 28,8 pour la *fonte*. MM. Hielm & Rinman ont répété ces expériences, & les résultats ont été peu différens.

14°. M. Bergman a comparé les quantités d'argent revivifié que pouvoit précipiter le fer dans les différens états, & il a vu que *pour décomposer un quintal de vitriol d'argent*, tenant 67,7 de métal, il falloit 17,9 de fer forgé de Graenge, 19,2 de fonte d'Husaby, 19,5 de fer d'Œsterby, & 20 d'acier. (*Expér. 86-89.*)

15°. La dissolution de la fonte, du fer & de l'acier dans les acides, présente encore des différences remarquables ; l'acier exige bien plus d'*acide nitreux* pour sa dissolution complette que le fer forgé, & le fer forgé plus que la fonte. M. Rinman a trouvé les différences à-peu-près : : 11 : 9 : 6. (§. *228.*)

16°. Dans toutes ces dissolutions, il y a un *résidu noir insoluble* ; M. Bergman a trouvé que la quantité moyenne étoit, par quintal, pour le fer ductile 0,35, pour l'acier 0,50, pour la fonte 2,15. Les résultats de quelques expériences de M. Rinman suivent le même ordre décroissant, mais dans des proportions différentes ; par exemple, ce résidu dans l'acide vitriolique a été pour le fer ductile 1,50, pour l'acier 2, pour la fonte de fer fragile-froid 3, pour la fonte grise 13. (§. *219.*) Cependant il avoue ailleurs avoir rencontré des fontes qui ne laissoient point de résidu dans l'acide nitreux, & que ce résidu ressemblant ordinairement à la plombagine, ne lui a pas paru avoir constamment les mêmes propriétés dans la même fonte. (§. *299.*)

17°. J'ai déjà parlé de la *tache* plus foncée que les acides laissent sur l'acier & la fonte grise : pour en mieux saisir les différences, M. Rinman a fait souder ensemble du fer commun, du fer d'Osmond, de l'acier de cémentation & de l'acier de fusion, il a plongé la barre dans l'eau-forte étendue de deux parties d'eau ; le fer d'Osmond en est sorti d'une *couleur argentine*, le fer commun d'un *gris blanc*, l'acier de cémentation d'un *gris obscur*, l'acier de fusion d'un *gris noir* (§. *229*, *n. 2.*). En suivant ces gradations de couleur, on peut, toutes choses égales, juger à un certain point, de la qualité des aciers. J'ai touché dans cette vue, avec le même acide nitreux, les échantillons que M. le Comte de Buffon a bien voulu m'envoyer, des principales variétés de fers convertis en acier dans son fourneau de cémentation, en 1780, dont il a parlé dans le tome II de son Histoire naturelle des minéraux, & qui ont été décrits par M. Grignon (*Journ. phys. tom. XX*, *pag. 184*). En classant ces échantillons par la nuance qu'ils ont prise sur un de leurs côtés polis, dans des circonstances absolument pareilles, leur ordre de perfection se trouveroit fixé, comme il suit, d'une manière assez décidée : 1°. l'*acier* de fer de Suède, 2°. de fer d'Alsace, 3°. de fer du Comté de Foix, 4°. de fer de Roussillon, 5°. de fer de Dauphiné, 6°. de fer de Berry, 7°. de fer d'Espagne, 8°. de fer de Bourgogne, &c. ce qui ne doit s'entendre que des qualités de fer indiquées dans le mémoire de M. Grignon, par les noms des forges où ils ont été pris, ainsi qu'il s'en explique lui-même. Un fait qu'il importe de ne pas perdre de vue, c'est que les aciers & les fontes grises sont tachés avant comme après la trempe.

18°. Enfin, à la détonnation avec le nitre, la limaille d'acier donne, suivant M. Rinman, des étincelles plus rouges que la limaille de fer, & si on recueille les fluides aériformes, on trouve aussi plus de gas acide méphitique. (§. §. *253* & *257.*)

Telles sont en substance les observations qui établissent les propriétés caractéristiques de l'acier ; il s'agit présentement d'en tirer les conséquences qui peuvent nous éclairer sur sa vraie nature.

§. III. *De la nature de l'acier & de ses principes prochains.*

En écartant la terre quartzeuse qui a été recueillie dans quelques analyses, & qui peut venir aussi bien des vaisseaux que du métal ; en écartant de même la manganèse qui peut aider à la conversion du fer en acier, mais qui ne peut être considérée comme partie constituante de ce dernier, puisqu'on la rencontre dans tous les états du fer ; on peut regarder comme certain, d'après ce qui a été dit §. 2, n. 1, qu'il n'y a essentiellement dans l'acier d'autre terre métallique, que celle qui est propre au fer & à la fonte.

On peut conclure encore d'un grand nombre de faits rapportés ci-devant, que l'acier est véritablement dans un état moyen entre la fonte & le fer ductile. C'est ce qui me paroît résulter évidemment, soit des degrés intermédiaires de fusibilité, d'expansion au feu, d'endurcissement au froid subit, soit de la production de l'acier par simple mêlange de fonte & de fer (*voyez ci-devant expér. sur le fer*, *nos. 32, 33 & 34.*), soit du passage de l'acier à l'état de fer doux dans la craie, la cendre d'os, le quartz (*expér. sur l'acier*, *nos. 3, 4 & 9*), soit par le retour même de l'acier à

l'état de fonte dans la manganèse, la poussière de charbon, la plombagine. (*N°s. 12, 13, 14, 15 & 16.*)

Mais d'où ferons-nous dépendre cet état moyen? Voilà le point de la question, & d'autant plus difficile, qu'étant obligés de mettre d'avance à l'écart & les degrés de métallisation plus ou moins parfaite, & tous les mélanges de matière grossière, nous ne pouvons établir une hypothèse vraisemblable que sur l'action de quelques-uns de ces fluides subtils qui échappent à nos sens, qui se sont refusés si long-temps à toute analyse, dont, malgré tant de découvertes sublimes, les propriétés sont encore à peine entrevues; nous ne pouvons avoir recours qu'à leur accession insensible, aux différentes proportions dans lesquelles ils restent fixés dans la composition actuelle, ou du moins aux substances nouvelles qu'ils produisent par leurs combinaisons; car nous tenons pour indubitable qu'aucun corps ne peut être modifié chymiquement que par addition ou soustraction d'une matière quelconque.

I. Dirons-nous que l'acier est absolument l'ouvrage du feu, que c'est uniquement la matière du feu ou de la chaleur, le *principe calorifique* qui, se fixant en différentes proportions dans la substance du fer, constitue essentiellement l'acier? Je ne dissimulerai pas que ce système peut être appuyé de quelques observations. Le peu de connoissances que nous avons acquises depuis quelques années sur ce principe, nous montre les métaux dans un ordre de fusibilité presque exactement inverse de ce que nous appellons chaleur spécifique. (*Voyez* CALORIFIQUE.) Or l'acier étant certainement plus fusible que le fer, moins fusible que la fonte, on peut, ce semble, conclure par analogie, qu'il doit avoir moins de chaleur spécifique que le fer & plus de matière de la chaleur fixée dans sa composition; peut-être même qu'on viendroit à vérifier la première de ces conjectures, en observant les quantités de glace que des masses pareilles de fonte, de fer & d'acier, chauffées au même degré de chaleur apparente, pourroient fondre dans l'appareil que MM. Lavoisier & de Laplace ont imaginé pour rendre les plus petites différences sensibles.

Il faut rapporter ici les expériences par lesquelles M. Bergman a constaté que l'acier tenoit en plus grande quantité que la fonte, ce qu'il appelle *matière de la chaleur fixée*; celle où il a fait passer la fonte à l'état d'acier, en la traitant sans addition au creuset; celles que nous avons indiquées après Rinman, où cette conversion s'est opérée dans des cémens qu'on peut réputer inactifs, tels que le quartz, l'argille, &c. celles où la conversion a paru suivre les progrès de la chaleur de la surface au centre des barres; celles enfin qui ont manifesté la différence d'un feu vif de fusion, au feu long-temps continué de la cémentation, qui ont fait dire au célèbre Rinman, que l'on pouvoit mettre le fer, ou sans addition dans un creuset, ou entouré de tel cément que l'on jugeroit à propos, dans la caisse du fourneau de cémentation, & qu'il y deviendroit acier. (§. 73.)

Cependant ce système est loin de présenter une explication satisfaisante de tous les phénomènes; & d'abord, quand il seroit bien prouvé que l'acier tient plus de matière de chaleur fixe que le fer, il ne s'ensuivroit nullement qu'elle fût la cause essentielle de la conversion, mais plutôt que ce seroit une propriété de la nouvelle composition qui constitue l'acier, de fixer une quantité plus considérable de cette matière; car sans cette nouvelle composition, il seroit impossible de concevoir pourquoi le même fer se sature inégalement de ce principe, pourquoi l'affinité directe n'exerce pas toujours la même puissance.

En second lieu, les mêmes expériences ont indiqué à M. Bergman une plus grande quantité de cette matière dans le fer ductile que dans l'acier, une plus grande dans l'acier que dans la fonte: voilà donc toute l'analogie fondée sur l'ordre de fusibilité, détruite, voilà l'effet de la cémentation du fer changé du tout au tout; le feu des fourneaux ne doit plus servir qu'à diminuer les proportions de calorifique, au lieu de l'accumuler. Ainsi on se trouve bientôt forcé de convenir, ou que les procédés d'analyse qui ont fourni ces résultats à l'illustre Suédois, ne méritent pas une pleine confiance, ou qu'il faut appeller une autre cause plus directe, pour en concilier les conséquences.

En troisième lieu, si l'augmentation de matière de la chaleur fixée, étoit la cause déterminante de la production de l'acier, on devroit l'obtenir toutes les fois que l'on applique au fer une chaleur plus vive ou plus continuée; or, il s'en faut bien que les résultats soient assez univoques pour fonder cet argument, même par rapport au fer crud. A la vérité cette expérience a réussi à M. Bergman (*voyez ci-devant, expér. sur la fonte, n°. 1*); mais je l'ai répétée sur des quantités au moins égales, & il n'y a pas eu de conversion (*n°. 11*). Deux autres expériences de M. Rinman (*n°. 16*), prouvent encore que ce résultat n'est nullement constant, même avec la fonte grise; & quoique, dans un de mes essais, la fonte blanche refondue seule & refroidie au fourneau, ait donné avec l'acide nitreux une tache sensiblement plus noire, on n'en peut rien conclure, puisque ce n'est là qu'une des propriétés de l'acier, que l'on fait appartenir également à presque toutes les fontes, & que les autres caractères manquoient.

Pour ce qui est du fer, je vois encore moins de preuves qu'il puisse être porté à l'état d'acier par la seule chaleur; la dureté qu'on lui fait prendre dans l'eau, après l'avoir chauffé jusqu'à l'incandescence (*expér. sur le fer, n°. 30*), n'est autre que celle du canon de fusil qui a servi à l'analyse de l'eau; l'acier fait à la forge avec des clous *rouillés* (*n°. 29.*), est le produit d'une manipulation particulière, qui commence probablement par détruire la métallisation, pour la reprendre par degrés, comme dans l'acier de fusion. Le fer converti dans un creuset sans addition, ou environné soit d'argille sèche, soit de

feld-spat calciné (n^{os}. *6*, *12*, *14*), fourniroit une observation d'un tout autre poids, si cette conversion avoit lieu dans toutes les circonstances où le creuset seroit exposé à une égale chaleur ; mais elle ne réussit que lorsque le creuset est placé dans la caisse de cémentation, & environné de poussière de charbon ; elle ne réussit ni au feu de forge, ni au fourneau à vent ; elle ne réussit pas même dans la caisse du fourneau de cémentation, lorsque le fer est enfermé dans un étui de verre (*n°. 7*). Aussi le célèbre Rinman n'hésite-t-il pas de conclure que la chaleur seule ne peut changer le fer en acier. (*Histor. Jacrn.* §. *271.*)

Une dernière objection contre ce systême, & qui n'est pas la moins considérable, est l'impossibilité de concevoir & de concilier avec les faits connus une augmentation de poids absolu produite par la seule matière de chaleur, & dans une proportion aussi énorme que l'annoncent quelques observations. Je ne parle pas de celles où l'opération se faisant sur de très-petites quantités, on peut croire avec quelque fondement que l'accroissement de poids peut venir de la réunion des parcelles de fer que recèle le charbon, sur-tout quand il y a fusion ; & quoique M. Bergman ait trouvé une fois un déchet de près de $\frac{1}{100}$ (*expér. sur le fer*, *n°. 2*), il a reconnu lui-même que cet exemple unique pouvoit être attribué à quelque cause accidentelle. L'illustre Réaumur dit précisément dans son sixième mémoire, qu'ayant pesé, *avec toute la précision possible*, des morceaux de fer de Suède & du Nivernois, du poids de trois livres, ils s'étoient trouvés peser 128 grains de plus, après la cémentation, quoique bien essuyés, c'est-à-dire, près de $\frac{1}{216}$. Le célèbre Ch. Meyer a également observé une augmentation de poids, losqu'il a refondu l'acier de Styrie dans la poussière de charbon (*Exper. sur l'acier*, *n°. 13*). M. Rinman a trouvé de même une augmentation de poids d'à peu près 0,01 dans un morceau de fer ductile converti en acier dans un creuset simplement environné de poussière de charbon au fourneau de cémentation (*Hist. Jacrn.* §. *73*, *n°. 18*). Mais l'expérience la plus importante à ce sujet est celle que M. Grignon a décrite dans un Mémoire lu à l'Acad. R. des Sc. le 8 Juin 1782 (*Journ. phys. tom. XX*, *pag. 195*), & que M. le Comte de Buffon a rapportée dans le IIe. volume de son Histoire des minéraux. M. Grignon soumit exprès à la cémentation 500 livres de fer en barres, bien décapé, il fit écurer de même les barres au sortir de la cémentation, pour enlever toute la matière charbonneuse, elles se trouvèrent alors peser 506 $\frac{1}{2}$ livres, ce qui donne un accroissement de poids absolu de 0,013, ou de 1 livre 4 onces 6 gros 28 grains par quintal. Est-il permis d'admettre une accumulation de la matière du feu jusqu'à produire un poids aussi étonnant, tandis qu'il n'y a jusqu'à présent aucun fait qui démontre que ce fluide subtil puisse faire impression sur nos balances, tandis qu'il y a au contraire des observations qui tendent à faire soupçonner que le corps chaud gravite moins que le corps froid ? *Voyez* CALORIFIQUE.

II. S'il étoit vrai que l'on ne pût faire passer le fer à l'état d'acier qu'en l'environnant de matières charbonneuses, ou d'une nature analogue, ce seroit sans doute un puissant motif de croire que l'accumulation du *phlogistique* est, sinon la cause unique de la conversion, du moins un des plus notables changemens qu'éprouve la composition du métal dans cette opération : mais quand on examine attentivement les faits que j'ai précédemment rassemblés, on est bientôt convaincu que l'hypothèse, qui plaçoit la fonte au premier degré de métallisation, le fer au dessus de la fonte, & l'acier au dessus du fer, comme contenant une plus grande quantité de principe métallisant, n'avoit réellement d'autre base que quelques inductions tirées assez légèrement de la pratique habituelle, peut-être de la progression du travail reconnu nécessaire pour amener le fer à cet état, & qui, se faisant toujours au feu, avoit pu persuader que par-là on y fixoit toujours de nouvelles quantités de principe inflammable. Mais nous avons vu le fer ductile converti en acier par la cémentation dans la craie (*expér. sur le fer*, *n°. 9*), dans la chaux (*n°. 10*), dans l'argille (*n°. 12*), dans le feld-spat (*n°. 14*) ; nous avons vu le fer devenir acier environné de chaux noire de manganèse (*n°. 17*), que le célèbre Schéele nous a fait connoître comme une des substances les plus avides de phlogistique, que nous savons présentement ne pouvoir fournir, au lieu de phlogistique, que l'air vital acidifiant, l'oxigine de M. Lavoisier, qui devoit dès-lors faire plutôt rétrograder la métallisation dans les principes de Sthaal, de même que, suivant la doctrine de ceux qui n'admettent pas le phlogistique. Il est bon de se rappeller ici que c'est pourtant cette même chaux de manganèse, dont la présence dispose tellement le fer à l'état d'acier, qu'il est très-difficile de retirer, des mines qui en contiennent, un fer doux sans mélange d'acier.

Cette échelle hypothétique de métallisation plus ou moins avancée, est encore renversée par les faits décisifs rapportés sous les n°s. 32, 33 & 34 ; car si, de la combinaison de la fonte avec le fer, il en résulte précisément la composition qui constitue l'acier, ce ne peut être que parce que l'un avoit de trop ce qui manquoit à l'autre, & la dose moyenne se trouve ainsi le caractère propre de l'acier.

Après cela on ne doit pas être étonné que la craie, la chaux vive, la cendre d'os & autres cémens de même nature portent la fonte à l'état d'acier, qu'ils fassent repasser l'acier à l'état de fer ; que la poussière de charbon & la plombagine employées de même comme cémens, ne rendent pas la fonte plus traitable, qu'elles ne servent qu'à rendre l'acier cassant, ou même à le faire retourner à l'état de fonte ; la correspondance de ces effets me paroit très-propre à en assurer les conséquences.

On auroit donc bien plus de raison de dire avec le célèbre Ch. Meyer, que la fonte que l'on forge pour la changer en fer, perd, dans cette opération, de son phlogistique ; de croire avec M. Rinman, que

la fonte doit perdre de son phlogistique pour devenir acier, que le fer doit en reprendre pour subir cette conversion ; en un mot, que l'acier approche plus de la fonte que du fer. (§. *266*, *n°. 2.*)

A la vérité on pourroit opposer les expériences par lesquelles M. Bergman a déterminé si industrieusement les quantités de gas inflammable que fournit un poids égal de fer dans ces trois états, pendant la dissolution dans les acides, & les quantités d'argent réduit pendant sa précipitation (*voyez ci-devant*, *sect. V*, *n°. 13 & 14*), expériences qui l'ont conduit à admettre plus de phlogistique dans le fer que dans l'acier, plus dans l'acier que dans la fonte. Mais ces résultats paroîtront-ils suffisans pour décider un ordre aussi contraire à celui qu'indiquent tant d'autres phénomènes ? M. Cavallo rapporte (*Treat. on air, &c. part. 3*, *ch. 4*), dans les propres expressions de M. Priestley, une observation que je n'ai pu retrouver dans l'édition françoise, que l'illustre Physicien anglois dit avoir faite en calcinant sur le mercure, par le foyer de la lentille, des quantités égales de limaille de fer & d'acier préparée avec soin, & d'où il conclut que l'acier fournit $\frac{1}{11}$ de gas inflammable plus que le fer; ce qui s'accorde (ajoute-t-il) avec l'hypothèse que l'acier tient plus de phlogistique que le fer. Tant qu'il y aura des motifs probables de regarder le principe de Sthaal comme un être réel, on se refusera toujours à penser que la matière charbonneuse, si riche de ce principe, le réductif par excellence, puisse servir dans la cémentation du fer, à en diminuer plutôt qu'à en augmenter les proportions.

Au reste, les difficultés de concilier les faits avec une opinion, ne sont pas des preuves de la vérité de l'opinion contraire ; on verra bientôt que, quand il seroit démontré plus rigoureusement que le phlogistique existe plus abondamment dans l'acier que dans le fer ductile, je ne penserois pas pour cela qu'il n'y eût pas d'autre cause à chercher des propriétés que le fer acquiert dans la conversion : la dose de phlogistique peut n'être ici, comme celle de la chaleur, qu'un effet particulier, qui dépend d'un changement antérieur ou simultané dans la composition. Quoique l'idée que nous avons du phlogistique répugne beaucoup moins à l'accroissement de poids observé dans la conversion, sur-tout depuis que le célèbre Kirwan l'a identifié avec le gas inflammable, depuis que ce gas est soupçonné faire une des parties constituantes de l'eau ; cependant on auroit encore peine à imaginer que le fer pût recevoir par quintal, dans l'acte de sa conversion, 1 livre 4 onces 6 gros 28 grains de ce fluide, c'est-à-dire, tout au moins 250 pieds cubes dans son état d'expansion. Mais une objection qui me paroît encore plus tranchante contre cette explication de la conversion du fer en acier par la seule addition du phlogistique, c'est la partie noire que les acides laissent lors de la dissolution de l'acier, comme lors de la dissolution de la fonte, qui imprime à leur surface une tache si marquée, & qui, dans quelque hypothèse que ce soit, n'annonce assurément ni une métallisation plus parfaite, ni par conséquent une simple addition du principe métallisant.

III. La découverte des propriétés de l'*air vital* ne pouvoit manquer de fournir de nouvelles vues sur la théorie de la conversion du fer en acier, & elles ne devoient pas échapper à la sagacité de l'illustre Académicien qui en a déjà tiré un si grand parti pour l'avancement de la science. C'est dans le Mémoire déjà cité (*Acad. R. des Sc. ann. 1782*, *pag. 553*), que M. Lavoisier en a fait l'application ; il regarde comme très-probable, que la fonte de fer est un mélange d'environ un huitième d'éthiops martial & de sept huitièmes de fer pur. Cette hypothèse se concilie très-bien avec les expériences de Bergman sur les quantités de gas inflammable produites par la fonte & par le fer, parce que l'éthiops se trouvant déjà en partie saturé d'oxigine, ne peut plus décomposer la même quantité d'eau ; elle s'appuie également sur les belles expériences de M. de Fourcroy, pour déterminer les propriétés des divers précipités martiaux (*Mém. de Chymie*, *&c. pag. 28*) ; elle trouve enfin une nouvelle base dans l'altération que reçoit le canon de fer incandescent dans l'opération de l'analyse de l'eau, & qui le porte réellement à l'état d'éthiops martial demi-vitrifié. Ainsi, dans ce système, c'est le passage d'une portion de fer à cet état qui lui donne la dureté ; il a lieu nécessairement toutes les fois qu'on plonge l'acier rougi dans l'eau ; il a lieu à une très-foible chaleur, quand le fluide où on l'éteint, hâte par lui-même la calcination, comme il arrive dans la trempe à l'eau-forte ; son effet est sur-tout sensible à la surface, elle durcit seule, tandis que l'intérieur conserve toute sa ductilité ; & le recuit ne détruit l'endurcissement produit par la trempe que parce que l'éthiops bien plus fusible que le fer, se répartit dans toute la masse.

J'ai déjà annoncé les doutes que laissoit encore cette explication ingénieuse, même sur l'effet de la trempe (§. 2, *sect. IV*, *n. 11*) ; on y a vu que le centre d'une assez grosse pièce d'acier trempé, donnoit la tache noire avec les acides, tout de même que la surface ; je pourrois ajouter que, lorsqu'on trempe de l'étoffe ou du fer mêlé d'acier, quelque part que se trouve celui-ci, il durcit seul, & que la portion de fer qui a reçu le contact immédiat de l'eau, n'a pas pour cela changé. Mais il est aisé de juger que l'illustre Académicien n'a pas entendu faire servir cette hypothèse à la théorie de la conversion du fer en acier, puisqu'il a commencé par disposer le fer à recevoir la trempe par la cémentation dans des matières charbonneuses ; ce qui eût été inutile, si la calcination partielle eût été suffisante pour donner au fer les caractères de l'acier; ce qu'il n'auroit certainement pas fait, s'il avoit pensé à établir une pareille conséquence. En un mot, M. Lavoisier reconnoit que le refroidissement contribue aussi à la dureté, & sans cela on ne concevroit pas pourquoi la trempe à l'eau bouillante seroit sans effet, cette

inconstance ne pouvant que favoriser l'action réciproque de l'eau & du feu l'un sur l'autre, & par conséquent la production de l'éthiops.

IV. Si la matière de la chaleur, le phlogistique, l'air vital, soit seuls, soit en les supposant combinés en différentes proportions, ne suffisent pas pour nous donner une théorie satisfaisante de la conversion de fer en acier, il faut bien qu'il y ait quelqu'autre principe qui change & modifie par ses propriétés particulières, l'une ou l'autre de ces substances : la belle analyse de l'illustre Bergman nous indique la *plombagine*.

Que l'on fasse dissoudre dans l'acide vitriolique pur, étendu de deux parties d'eau, de la fonte, de l'acier & du fer, à l'aide d'un peu de chaleur : le fer sera dissous complètement, ou du moins il ne restera que bien peu de matière insoluble ; il se séparera de la fonte & de l'acier une poudre noire en différentes proportions, mais toujours en quantité très-sensible, toujours plus abondamment avec la fonte qu'avec l'acier. Pour démontrer d'une manière non équivoque le phénomène que présente cette dissolution, je me sers ordinairement dans les cours publics de l'académie de Dijon, de fonte grise, douce à la lime ; j'en mets dans un matras une seule lame mince, limée à neuf sur toutes ses faces, du poids d'environ deux à trois gros. En conduisant la dissolution à un feu de lampe très-doux, on voit bientôt flotter dans la liqueur une quantité de paillettes noires très-minces ; je décante la dissolution avant qu'elle soit saturée ; je verse de l'eau pure à plusieurs reprises sur ce qui reste non dissous, & je le laisse ensuite simplement égoutter sur du papier à filtrer.

Le lendemain on trouve le morceau de fonte de la même forme, & qui paroît à peine diminué de volume, quoiqu'il ait perdu souvent plus du tiers de son poids (ce qui dépend du moment où on arrête la dissolution) ; il est déjà couvert de rouille, & sous cette rouille est une poudre noire, encore adhérente à la fonte, mais qui se laisse détacher très-facilement. Toute cette croûte enlevée, forme ordinairement un poids de 12 à 15 grains, & alors on apperçoit très-sensiblement la diminution de volume de la fonte en proportion de la dissolution.

On retrouve d'autre part, sur le papier, les paillettes dont j'ai déjà parlé, qui sont quelquefois de toute la longueur du morceau dont elles faisoient partie, qui en rappellent la forme souvent par deux côtés à la fois, exactement comme des portions de fourreau ; qui, à la surface intérieure, présentent des stries ou hachures peu profondes, mais très-distinctes, & qui conservent absolument leur première couleur noire.

Dans cette opération bien simple, il devient très-facile de saisir les différences importantes qui caractérisent la poudre noire adhérente au métal, & les paillettes qui s'en sont séparées. La première est un vrai éthiops qui est très-sensible à l'aimant, qui se dissout dans les acides, qui devient rouille en moins de 12 heures, si on le laisse à l'air libre avant que d'avoir été desséché ; les paillettes (non plus que la poudre noire, qui n'en est que le *détritus*, & qui se trouve aussi séparée du métal) n'ont aucune de ces propriétés : un aimant qui enlève le morceau de fonte, même avant qu'il soit dépouillé de sa croûte, ne peut déplacer la plus petite de ces paillettes du poids de $\frac{1}{12}$ de grain ; elles sont insolubles, même dans l'acide muriatique ; écrasées dans un morceau d'agathe avec un pilon d'agathe, elles les enduisent d'une pellicule micacée, brillante tout-à-fait, ressemblante au crayon.

Voilà donc dans la fonte & dans l'acier une substance que ne nous donne pas l'analyse du fer, du moins en quantité que l'on puisse comparer, & qui n'est ni éthiops ni safran de mars. Les expériences du célèbre Schéele nous ont fait connoître cette substance singulière qui se résout toute en gas, comme si elle n'avoit point d'élémens solides, ou susceptibles par eux-mêmes de la forme concrète (*Voyez* PLOMBAGINE). Mais quand on pourroit avoir des doutes sur sa vraie composition, quand on parviendroit à y découvrir quelqu'autre principe plus grossier, ou même un peu de terre métallique, dans un état que nous n'avons pas encore soupçonné, il n'en seroit pas moins certain que ce composé fait comme tel, une partie constituante essentielle de la fonte & de l'acier, & qu'on ne trouve pas de même dans le fer. Il est facile maintenant d'indiquer la cause immédiate de ces taches que produisent constamment les acides sur la fonte & l'acier, & qu'on n'observe pas en touchant le fer doux avec les mêmes acides : elles sont dues à la précipitation de la plombagine.

A ces preuves d'analyse, nous pouvons réunir un grand nombre de preuves synthétiques : la première & la plus directe, est la production de l'acier par le mélange de la fonte & du fer ; l'un étant chargé par excès de ce dont l'autre manque, le partage qui s'en fait peut, sans autre condition, donner la composition moyenne qui constitue l'acier ; c'est ce que nous avons vu arriver. (*Expér. sur le fer*, *n. 32*, *33 & 34.*)

Si la fonte est un acier surchargé de plombagine, l'acier fondu avec la plombagine ou avec la poussière de charbon, doit reprendre les caractères de la fonte ; l'événement a confirmé cette analogie. (*Expér. sur l'acier*, *n. 13 & 16.*)

Par la raison contraire, la fonte traitée avec les mêmes matières, doit s'éloigner d'autant plus de l'état d'acier ; trois résultats décisifs ont vérifié cette conséquence. (*Expér. sur la fonte*, *n. 8*, *17 & 21.*)

Que l'on excepte quelques cas rares, dont l'anomalie n'est pas même difficile à expliquer, tous les faits que j'ai recueillis se rallient naturellement à ces principes. Nous avons vu qu'il falloit des flux, des cémens de nature contraire pour opérer sur la fonte & sur le fer : on suit aisément cette opposition dans tous les procédés qui ne sont pas assez compliqués

pour dérober la trace des moyens directs ; car ce sont constamment les cémens maigres qui agissent sur la fonte, ce sont les charbonneux qui déterminent la conversion du fer : les premiers adoucissent la fonte, les derniers rendent le fer plus fusible, plus susceptible de durcir à la trempe ; une barre exposée au même feu, dans le même creuset, à moitié entourée de cendre d'os, à moitié d'un mélange de cendre d'os & de charbon en poudre, se trouve après l'opération, moitié acier ductile, moitié fonte, comme auparavant (*n. 21*) ; peut-on se refuser à dire avec le célèbre Rinman, que, dans le mélange, l'un des ingrédiens a véritablement empêché l'effet de l'autre ?

Pour mettre la vérité de cette explication dans un jour encore plus frappant, je m'arrêterai à considérer un instant les caractères qui rapprochent, ou pour mieux dire, qui identifient le charbon & la plombagine par rapport au phénomène qui nous occupe.

Si le premier acier eût été préparé par cémentation du fer dans cette substance micacée, non incinérable, que nous appellons plombagine, on n'eût pas tardé à soupçonner que le fer en retenoit une partie, & si on eût observé l'augmentation de poids du fer dans cette opération, on auroit pensé qu'il n'étoit pas besoin d'autre preuve de la possibilité & de la réalité de cette union. Mais on n'employoit, & on n'emploie même encore aujourd'hui que le cément de charbon ; on étoit fort éloigné d'imaginer qu'il pût s'allier aux métaux, ou même qu'il pût leur fournir autre chose que le phlogistique, ou principe métallisant : voilà sans doute ce qui nous a jusqu'à présent empêchés de reconnoitre que le fer n'acquéroit les propriétés de l'acier que par l'addition d'une juste dose de cette matière.

On sait maintenant que la plombagine fait détonner le nitre comme le charbon, & qu'elle laisse de même l'alkali du nitre en état effervescent, c'est-à-dire, qu'elle est décomposée & qu'elle se résout en gas inflammable & en gas acide méphitique. Les observations que j'ai publiées dans les Mémoires de l'Académie de Dijon (*1783, sem. 1, pag. 76*), prouvent encore qu'il y a des matières charbonneuses qui en ont toutes les apparences extérieures, & qui pourtant ne sont ni combustibles ni incinérables comme le charbon. Je rassemblerai ailleurs bien d'autres faits analogues (*Voyez* CHARBON & PLOMBAGINE) ; il en est un cependant qui me paroit devoir trouver place ici.

Je faisois, au mois d'octobre dernier, quelques essais au chalumeau avec M. Tennant ; fatigués de ne trouver que des charbons qui pétilloient dès qu'on y portoit le dard de la flamme, nous imaginâmes de les exposer pendant une heure, à un grand feu, dans des creusets bien fermés, pour leur enlever l'humidité qui nous paroissoit être la cause de cette décrépitation ; mais nous fûmes bientôt convaincus que la desfication n'étoit pas le seul effet de l'opération que nous leur avions fait subir, ils refusoient après cela de s'enflammer, & rougissoient sans se consommer : ils s'étoient donc sensiblement approchés de la condition de la plombagine. De-là on peut conclure que le charbon qui a servi à une première cémentation, n'est plus exactement le même qu'auparavant, & s'il est également propre à convertir du nouveau fer en acier, ainsi que l'assurent tous les Métallurgistes, c'est une preuve qu'il n'agit réellement que comme la plombagine ; on en trouveroit bien d'autres preuves en parcourant les essais de cémentation faits avec des matières charbonneuses animales qui se refusent à l'incinération, & qui ont par conséquent une ressemblance bien plus parfaite avec la plombagine.

Lorsque je vis la première fois de la vraie plombagine se séparer, par la fusion, dans l'eau bouillante, de l'alliage de M. d'Arcet, que j'avois préparé moi-même avec des métaux très-purs & bien fondus, je pouvois répugner à croire qu'elle fût réellement alliée à ces métaux ; mais en rapprochant de cette observation ce que j'ai dit dans le même Mémoire, de la plombagine des fourneaux où l'on fond les mines de fer, des procédés qui m'ont donné un vrai Eisenman ou mine de fer micacée artificielle, des expériences des Bergman, des Rinman & même de l'analyse si frappante de la fonte grise par l'acide vitriolique affoibli, que j'ai précédemment rapportée, il me paroit impossible de douter que les métaux, même en état de régule, & sur-tout le fer, puissent s'unir à la plombagine ; ce sera une nouvelle exception à cette règle trop généralisée, & qui nous avoit déjà tant induits en erreur, que les métaux ne pouvoient s'allier qu'aux métaux. La plombagine étant un soufre méphitique, ce phénomène ne doit pas plus étonner que toute autre combinaison pyriteuse. *Voyez* ALLIAGE.

Je ne dissimulerai pas que M. Grignon, dans ses notes sur l'analyse du fer de M. Bergman, s'élève contre cette combinaison de la plombagine avec le fer ; qu'il soutient que c'est la chaleur seule qui, en s'accumulant, opère la conversion ; qu'il s'appuie sur ce que le même charbon peut servir à plusieurs cémentations ; qu'il pense que la plombagine est plutôt disposée à absorber le *principe acierant*, comme la terre calcaire ; en un mot, que la poudre noire qui se précipite de l'acier dans sa dissolution, par l'acide vitriolique, n'est probablement qu'un corps isolé, interposé, que ce qu'on appelle *cendrures*, & qui n'en fait point partie intégrante & constitutive (*Pag. 69, 104, 154*). Mais après avoir pesé toutes ces objections, il m'écrivit le 18 novembre 1783, qu'il croyoit ces doutes peu fondés ; je rapporterai ici le passage de sa lettre dans ses propres expressions, qui me paroissent faites pour inspirer la confiance, par le témoignage de la conviction où il étoit lui-même de l'exactitude de ses expériences.

« La grande question entre nous regarde la plombagine, que M. Grignon assure être accidentelle » dans le fer crud & dans l'acier. J'avouerai bonnement ma faute dès qu'il pourra m'envoyer un » seul morceau de fer crud & d'acier, qui en soit » exempt. Je vous prie de même d'en chercher » soigneusement

» soigneusement quelques échantillons, & de m'en » envoyer, car si j'ai tort, je souhaite, mon cher » ami, ingénument d'être détrompé au plutôt pos- » sible. M. Grignon est peut-être prévenu en faveur » de son système, & alors je ne suis pas étonné que » ma plombagine lui ait fait de la peine; mais si le » principe aciérant consiste dans le phlogistique & » dans la matière de la chaleur, il me semble que » la plombagine, qui en contient beaucoup, & qui » est plus corporelle, ne doit pas être regardée » comme incompatible avec ce système. »

Je ne vois pas en effet ce qu'on peut opposer à des expériences analytiques aussi multipliées, si ce n'est une analyse encore plus exacte qui contredise les premiers résultats, ou du moins qui en change les conséquences par une détermination plus précise de la nature des produits; c'est ce que M. Grignon n'a pas entrepris, & même il confirme, par ses propres observations, ce que j'avois dit de la plombagine, qui se trouve fréquemment dans les laitiers des forges : *la fonte de fer surchargée de phlogistique* (ce sont ses termes) *produit beaucoup d'une substance que la seule action du feu en sépare, & qui ressemble, à bien des égards, à la plombagine.... qui est écailleuse, noire, soyeuse & légère, qui tache les doigts en la froissant, & qui a le glissant de la plombagine.* On peut donc désormais regarder comme bien démontré, que la fonte & l'acier tiennent réellement en quantité sensible une matière qui n'est point du fer à l'état métallique, & qui a la propriété de demeurer unie au fer (1).

Mais comment la plombagine agit-elle dans la conversion du fer en acier? Comment la plombagine & le charbon devenu plombagine pénètrent-ils la masse entière des barres de fer à la cémentation? Comment enfin une aussi petite dose de plombagine peut-elle produire une si grande différence entre le fer & l'acier? J'avoue que ces questions ne sont pas encore sans difficultés, & la dernière sur-tout paroît à M. Bergman le nœud gordien de la théorie de cette opération. Cependant, en considérant avec quelque attention toutes les circonstances de ces phénomènes, & rapprochant avec soin les faits qui nécessitent cette conclusion, de ceux qui y résistent le plus, on s'apperçoit bientôt que ceux-ci ne nous étonnent que parce qu'ils sortent de l'ordre de ceux qui nous sont le plus familiers; ce qui n'est assurément pas une raison pour en nier la possibilité.

Il y a plusieurs manières de concevoir l'action de la plombagine; indépendamment du changement qu'elle apporte par elle-même à la composition, elle peut, ainsi que le charbon dont elle est congénère, s'approprier une portion de l'air vital qui restoit uni à une portion quelconque de la terre martiale, & rendre ainsi la métallisation plus parfaite & plus uniforme dans toute la masse. D'autre part, M. Lowitz a découvert que les matières charbonneuses avoient la propriété d'enlever, même par la voie humide, l'empyreume que nous ne pouvons guère attribuer qu'à la présence d'un principe inflammable fixe; s'il est vrai que le fer, pour devenir acier, doive perdre du phlogistique, comme le pense Bergman, comme l'annoncent les quantités de gas inflammable qu'il a obtenues de l'un & de l'autre, ne seroit-il pas possible qu'à l'aide de la chaleur, le charbon produisît

(1) Cet article étoit à l'impression, lorsque, par les soins obligeans de mon illustre confrère M. Kirwan, j'ai reçu le dernier ouvrage de M. Priestley (*Experiments and Observations*, &c. *vol. III*, *Birmingham*, *1786*). Le lecteur jugera, par ce que je vais extraire de la section XXIV, de la satisfaction que j'ai eue d'y retrouver quelques-unes de mes expériences, & de pouvoir lui offrir encore un tel garant de la vérité des faits qui servent de base à la théorie que j'ai adoptée.

En examinant comparativement, soit avant, soit après la cémentation, les clous ou chevilles de fer crud que l'on cémente à Birmingham, dans le charbon, pour leur donner une sorte de ductilité, & qui portent alors le nom de clous de fer crud engraissé (*annealed*); ce grand Physicien a observé que 1000 grains de ce fer crud, ainsi perfectionné, laissoient après leur dissolution dans l'acide vitriolique délayé, 68,75 grains de poudre noire insoluble; que la dissolution se faisant très-lentement, il se sépare des paillettes noires qui conservent la forme des morceaux; que l'acier en général donne beaucoup plus de résidu noir que le fer, ce qui pourroit le faire nommer *fer malléable engraissé*; que ce résidu noir n'est pas soluble dans l'acide muriatique; que si on expose au foyer de la lentille 10 grains anglois de ce résidu (*8,119 grains de France*), ils fournissent 1 $\frac{11}{18}$ pouce cubique *françois* de gas méphitique, & 12,889 de gas inflammable détonnant, quoiqu'il se dissipe une grande partie de cette poussière légère; que ce résidu s'est réduit à $\frac{6}{19}$ de son poids, lorsqu'il a été fondu par la lentille à l'air libre, & qu'il ressembloit alors à une scorie; en un mot, qu'il se comporte comme la *plombagine*, & se résout, comme elle, presque entièrement en gas acide méphitique & en gas inflammable.

En prenant le terme moyen de ses expériences, on voit que 98,38 grains *françois* de fer crud, avant la cémentation, donnent 145 pouces cubiques françois de gas inflammable; que pareille quantité du même fer crud cémenté, en donne 169 $\frac{1}{3}$ pouces cubiques; qu'une pareille quantité d'acier en donne 155 pouces cubiques, & que 97,15 grains du fer dont l'un des aciers avoit été préparé, en ont fourni 155 $\frac{1}{4}$.

C'est l'opinion de ceux qui fabriquent l'acier (dit encore M. Priestley), que le fer ne diminue, ni n'augmente de poids dans l'opération, & ceux qui cémentent la fonte assurent qu'elle perd beaucoup; mais ses propres observations sont plus conformes à celles que j'ai rapportées sur ce sujet : il a vu 72 grains de fer prendre à la cémentation une augmentation de 3 grains, elle a été de 6 pour 1440 de fonte.

Quelques résultats des expériences de M. Priestley semblent indiquer que le fer crud auquel on fait subir cette cémentation à Birmingham, est de la nature des fontes qu'on appelle blanches, ou du moins d'un gris clair; car les fontes d'un gris noir ont par elles-mêmes la propriété de se laisser limer, forer, & même refouler à un certain point; elles fournissent aussi une bien plus grande quantité de plombagine; elles ne seroient donc susceptibles ni de la même amélioration, ni d'une égale augmentation de poids.

aussi une déphlogistication analogue? C'est précisément parce que nous n'avons encore que très-peu de lumières sur cette propriété singulière du charbon, qu'il est permis de se livrer à des conjectures pour en rechercher les effets.

Les barres de fer placées dans la caisse du fourneau de cémentation se trouvant raréfiées considérablement, & même ramollies par la violence de la chaleur, il ne répugne point du tout d'imaginer que la plombagine puisse, à la longue, pénétrer jusques dans leur intérieur, d'autant plus que cette substance est mise elle-même par le feu dans un état presque aériforme; qu'il y a entre ces deux corps une affinité quelconque qui détermine leur union, & que c'est un effet de l'affinité, comme nous le verrons ailleurs, de favoriser la transmission du corps fluide à travers le corps solide. Ici nous avons des preuves que la conversion ne s'opère que successivement de la surface au centre, puisque si le feu n'a pas été entretenu assez long-temps, le noyau reste fer; une progression aussi lente suffiroit seule pour caractériser une matière différente du principe calorifique, dont la communication est bien plus rapide.

L'observation du célèbre Rinman, que le fer devient acier sans toucher immédiatement aucun cément charbonneux, & pourvu que le creuset soit environné de charbon & placé dans la caisse de cémentation, pourroit faire penser que cette conversion dépend en effet d'une matière plus subtile que la plombagine; mais d'abord, ce ne peut être le principe calorifique, puisque ce Métallurgiste s'est assuré que la conversion ne s'opéroit pas dans un cylindre de verre, quoique placé dans la même caisse (*Voy. ci-devant exper. sur le fer, nos. 6 & 7*). Il seroit donc plus raisonnable de conjecturer que le charbon, ou la plombagine, ne fournissent à la nouvelle composition que leurs élémens gaseux, plus susceptibles de pénétrer à travers les creusets & les cémens inactifs, & qu'ainsi une portion du fer même se combinant avec ces gas, ou seulement avec le gas méphitique, régénère la plombagine jusques dans l'intérieur des masses: mais cette supposition me paroît inutile, dès qu'il est vérifié que la plombagine elle-même peut être mise par le feu en état de vapeurs. D'ailleurs, l'accroissement du poids de l'acier, & les produits de son analyse, forment, ce me semble, sans rien donner à l'hypothèse, une preuve assez forte & plus directe de la composition du fer dans son passage à l'état d'acier.

Dès qu'il y a composition nouvelle, on ne doit plus s'étonner qu'il y ait des propriétés différentes; c'est une conséquence nécessaire non-seulement du changement de proportions des matières qui exerçoient des affinités simples, mais encore des affinités qu'acquiert le produit de leur union. Tout ce que l'on peut desirer pour ajouter à la vraisemblance de ces changemens de propriétés par le seul effet d'une aussi foible accession de matière, est que la même combinaison apporte toujours des modifications analogues, & pour ainsi dire proportionnelles aux doses; c'est ce que nous trouvons ici, en comparant les degrés de fusibilité de la fonte, de l'acier & du fer, leur disposition à la rouille, l'intensité des taches qu'y laissent les acides; en considérant que l'acier devient intraitable comme la fonte dans la plombagine, que la fonte grise durcit sensiblement à la trempe, &c. &c. Demander après cela pourquoi le fer, devenu acier, ne ressemble plus entièrement au fer, c'est demander pourquoi le cuivre ne ressemble pas absolument au laiton.

Concluons donc que l'acier, de quelque manière qu'il soit formé, n'est que du fer qui s'approche de de la nature du fer ductile, parce que la terre martiale y est plus exempte de parties hétérogènes, & sinon plus parfaitement, du moins plus complétement métallisée que dans la fonte; qui s'en éloigne, parce qu'il admet dans sa composition une quantité sensible de plombagine; que l'acier s'approche de la fonte, même encore plus que du fer ductile, à cause de la présence de ce soufre méphitique; qu'il ne diffère guère de la fonte grise, qu'en ce que ce soufre est beaucoup plus abondant dans celle-ci; qu'il s'éloigne davantage de la fonte blanche, parce que celle-là recèle des parties terreuses, non métallisées ou même étrangères, qui peuvent en être séparées par une seconde fusion tranquille, en vaisseaux clos & sans addition; que le passage de la fonte à l'état d'acier se fait ainsi, dans tous les cas, par dépuration du fer & soustraction de l'excès de plombagine; que la conversion du fer en acier s'opère principalement parce qu'il s'y forme ou qu'il reçoit une quantité sensible de plombagine; que la chaleur n'influe d'abord dans ces changemens qu'en produisant & entretenant la fluidité, sans laquelle il ne se fait point de combinaisons; que la composition qui constitue l'acier, peut très-bien, par son affinité propre, fixer une plus grande quantité de la matière de la chaleur; en un mot, que les propriétés générales de l'acier dépendent d'une juste dose de ces principes, comme les différentes qualités des aciers dépendent des accidens qui en varient les proportions.

On jugera peut-être que j'aurois pu me dispenser de rapporter un aussi grand nombre d'expériences & d'observations pour préparer cette conclusion; mais il s'agissoit d'un des points de théorie les plus obscurs, les plus controversés, & en même temps les plus importans de la Chymie du feu & des métaux: je ne pouvois l'éclaircir qu'en comparant les faits; avant de les comparer, il falloit les établir; plusieurs ne sont encore écrits que dans des ouvrages étrangers, il falloit les exposer avec assez de détails pour les faire entendre; qui ne sait d'ailleurs que ce sont les faits qui forment la partie la plus utile d'un ouvrage de science? On aime à les y retrouver, lors même que de nouvelles découvertes font sentir la nécessité de les encadrer dans une autre hypothèse.

Quand ces principes mieux connus, éprouvés par

le frottement des opinions, commenceront à obtenir l'assentiment général, qui est pour le plus grand nombre la meilleure de toutes les démonstrations, ils serviront probablement à perfectionner la fabrication de l'acier; mais jusques-là on doit se garder d'abandonner trop légèrement les procédés en usage, & même la manière de les raisonner, qui a paru assurer le succès de ces grandes manufactures, d'autant plus que l'innovation la mieux combinée ne sert souvent qu'à occasionner des pertes considérables; on ne sera donc pas étonné que l'Auteur de la Métallurgie ait dirigé son travail sur ce plan.

En Chymie, nous devons tenir désormais pour constant, avec l'illustre Bergman, que lorsqu'il s'agit des propriétés du fer, ce n'est pas l'acier, comme on l'a cru, qui doit être pris pour sujet d'expérience, mais le fer ductile, qui est le plus pur métal de cette espèce, &, si l'on peut le dire, le plus fer.

ACIER. (*Pharmacie.*) Il paroît par ce que dit *Lemery*, que l'acier a presque toujours été employé par préférence au fer dans les préparations pharmaceutiques, telles que la limaille porphyrisée, le safran de mars, l'éthiops, &c. Cette préférence est-elle fondée? Il s'est élevé autrefois à ce sujet une grande dispute entre *Lemery* & *Charas*; le premier soutenant que le fer étoit plus avantageux à raison de sa plus grande dissolubilité, de ses pores plus ouverts & du sel qu'il recèle plus abondamment; le second fondant la prérogative de l'acier sur ce qu'il n'est qu'un métal plus pur, sur ce qu'il est tout aussi soluble que le fer dans les acides, dans le vin & même dans l'eau, lorsqu'il a été suffisamment atténué sur le porphyre; sur ce que sa dureté pouvoit elle-même devenir avantageuse, en arrêtant plus long-temps les parties dissolvantes des sucs dans l'estomac, &c. *Neuman* croyoit que le fer devoit avoir plus de vertu styptique, en ce qu'il contenoit une plus grande quantité de terre non métallisée, que l'acier devoit être plus apéritif, comme étant beaucoup plus riche en parties inflammables.

Il seroit inutile de discuter les faits qui servent de fondement à ces opinions; on peut voir dans le §. 3 de l'article précédent, qu'ils ne s'accordent nullement avec les résultats des nouvelles analyses bien plus exactes; & il ne paroît pas qu'on ait rien observé dans la pratique qui puisse favoriser l'un ou l'autre parti. Aussi *Baron*, dans ses Notes sur Lemery, quoiqu'il donne gain de cause à Charas, n'hésite-t-il pas de dire qu'*il est parfaitement indifférent d'employer aux usages de la Médecine la limaille d'acier ou la limaille de fer*; il se borne à recommander la limaille d'acier, & sur-tout celle des faiseurs d'aiguilles, parce qu'elle est moins sujette à tenir du cuivre que celle des ouvriers qui font servir ce métal à la soudure des pièces de fer. M. *Baumé* conseille, par la même raison, la limaille des épingliers, qui ne font que des clous de fer, nommés clous d'épingles, lorsqu'on ne veut pas préparer soi-même la limaille avec du *fer très-pur*, ce qui est encore le plus sûr.

Nous renvoyons à l'article FER pour la manipulation, les vertus & les doses de cette préparation, en avertissant néanmoins que nous sommes fort éloignés de vouloir préjuger par-là que l'acier ne puisse avoir des propriétés particulières, ou que ces propriétés ne puissent jamais trouver une application utile en Médecine; puisque sa composition est différente de celle du fer, il est bien évident qu'il ne peut agir absolument de la même manière; les principes matériels qui le modifient, fussent-ils par eux-mêmes inefficaces, augmentent ou diminuent nécessairement son action, quand ce ne seroit qu'en prenant une quantité quelconque sur le poids donné; ces différences qui échappent au Médecin le plus attentif, si le fil de l'analogie ne le guide dans l'observation, n'en sont pas moins réelles pour le malade. D'autre part, qui est-ce qui oseroit assurer que la plombagine ne jouit pas aussi de quelque vertu, soit seule, soit dans son état de combinaison avec le fer? C'est faute de connoissances plus exactes que nous jugeons des remèdes, moins par leurs effets que par le temps qu'ils mettent à les produire; il n'y a le plus souvent que cet intervalle qui sépare les plus actifs de ceux qui sont réputés les plus inerts. Si l'on découvroit, par exemple, que la fonte grise eût dans certaines occasions une efficacité plus marquée, on ne pourroit se dissimuler qu'elle la devroit, au moins en partie, à la plombagine, qui s'y trouve en proportion assez considérable; & la facilité singulière avec laquelle elle cède à la lime, & s'atténue sous la molette du porphyre, en rendroit l'usage aussi commode qu'avantageux. (¶)

ACIER. (*Métallurgie.*) L'acier, ce métal si connu, est, plus que tout autre, susceptible d'acquérir une très-grande dureté par la trempe, qui, en le durcissant considérablement, le rend cassant; comme cette fragilité lui seroit préjudiciable en beaucoup de circonstances, l'on est parvenu à la détruire, en tout ou partie, par le recuit qu'on lui donne après la trempe, & à ne lui laisser que la dureté nécessaire à l'outil qui en est fabriqué; cette facilité est du plus grand secours, sans elle, l'acier n'auroit pas, à beaucoup près, autant de propriétés qu'il en a, l'on ne pourroit pas en faire des ressorts, ni quantité d'autres instrumens si utiles aux arts & à la société.

Il y a plusieurs méthodes pour parvenir à faire de l'acier, chaque nation, chaque pays a des procédés différens; les uns, tels que les Allemands, le font par la fusion de la fonte du fer de gueuse, & par la macération de cette même fonte. Les autres convertissent en acier le fer déjà tout fabriqué, en y employant des matières propres à opérer cette conversion. L'on nomme cette dernière manière de procéder, faire l'acier par la cémentation du fer.

La méthode de faire l'acier par la fonte est très-ancienne, celle par la cémentation est nouvelle, les Anglois sont parvenus à tirer le plus grand parti de cette dernière.

Je décrirai aussi succinctement qu'il me sera possi-

ble ces différentes manières d'opérer, je commencerai par celle des Allemands qui réussissent le mieux, & passerai à la conversion du fer en acier, par voie de cémentation.

De l'acier par la fonte.

Comme l'acier de Styrie est en très-grande réputation depuis un temps immémorial, je vais détailler la manière de le fabriquer près la Ville de *Eisen-Ertz*, qui signifie Ville de minerai de fer, à cause de l'abondance qu'en fournit une montagne voisine, qui a 480 toises de hauteur perpendiculaire. Les minerais s'y fondent par deux procédés, l'un en réduisant le métal ou ses parties régulines en fonte claire, l'autre, en laissant suffisamment macérer ou digérer les matières dans le fourneau, pour que ces parties métalliques se débarrassent des parties étrangères, d'où il arrive, comme aux forges catalanes, que l'acier mêlé de fer se coagule en masse ou masset au fond du fourneau.

Le fourneau servant à réduire le fer en fonte coulante se nomme *floss-ofen*, fourneau à couler, il n'a que depuis 11 jusqu'à 12 pieds de hauteur; son diamètre dans le fond, & suivant la direction du vent & des soufflets, est de 2 pieds 10 pouces, & l'autre diamètre, qui est dans le sens où se fait la percée, a deux pouces de moins; les parois circulaires de ce fourneau s'élargissent insensiblement depuis le fond jusqu'au tiers de sa hauteur, de sorte que son diamètre, en cet endroit, est d'environ trois pieds, il diminue ensuite jusqu'à sa partie supérieure, ou gueulard, où il n'a plus que deux pieds de diamètre.

L'on est dans l'usage ici de battre au fond de ce fourneau, environ un pied de brasque, composée de parties égales de charbon & d'argille, le dessus de cette brasque se trouve à peu près être au niveau du sol de la fonderie. La tuyère, qui n'a que la grandeur suffisante pour y placer les canons des soufflets, est faite avec de l'argille seulement, & placée de 15 jusqu'à 16 pou. au dessus de la brasque. Lorsque cette tuyère est endommagée, on la refait, ce qui arrive plusieurs fois dans une semaine; les buses des soufflets sont disposées de manière à porter le vent horizontalement dans le fourneau, mais les soufflets qui sont de bois, & de 9 pieds $\frac{1}{2}$ de longueur, sont très-inclinés sur le devant.

L'ouverture pour la percée a 4 pouces de largeur & deux pieds de hauteur, on la bouche avec de la terre grasse, on y laisse dans sa partie inférieure un trou que l'on bouche durant la fonte, & que l'on ouvre pour faire couler la matière sur une place préparée avec de la brasque, ce qui forme un bassin d'un pouce seulement de profondeur & de 4 pieds de diamètre.

La fonte se commence le lundi matin, l'on remplit d'abord le fourneau de charbon de bois, il y en entre environ 150 pieds cubes, on y met le feu, & on fait agir les soufflets.

Lorsque le charbon est baissé de quelques pieds, on remplit le fourneau de charbon, & l'on y porte tout de suite du minerai de fer rôti à un seul feu, sans aucune castine ni fondant. L'on fait la percée toutes les deux heures & demie, ou trois heures au plus; le fer & le laitier coulent dans le bassin préparé à cet effet, on bouche la percée avec une boule d'argille, l'on jette de l'eau sur le laitier qui, comme plus léger, prend le dessus, on l'enlève, on laisse refroidir le fer, on le casse en morceaux, chaque coulée peut en fournir de 3 $\frac{1}{2}$ à 4 quintaux au plus; cette fonte est très-dure, blanche & fragile. Ce qu'il y a de bien singulier, c'est que cette première fonte est toujours blanche jusqu'au mardi, environ midi, que le fourneau étant échauffé, commence à donner de la fonte tendre & grise; alors, la première tuyère étant brûlée, l'on en fait une nouvelle aussi de terre grasse bien pétrie; à cet effet, le Fondeur dérange les soufflets, & démolit la vieille tuyère, en ôtant tout ce qui est vitrifié; durant ce temps, on charge le fourneau, en observant, pour les premières charges, de porter moins de minéral qu'à l'ordinaire, & la même quantité de charbon, afin de réchauffer le fourneau qui s'est refroidi durant cette réparation qui se fait de la manière suivante: l'argille pétrie est mise en boules, que l'on fait entrer successivement dans l'ouverture que l'on veut réparer, l'on y en fait entrer autant qu'il est possible, alors l'on perce dans cette terre le trou de la tuyère avec un bâton fait exprès, ce trou n'a que deux pouces de diamètre, & on lui donne un peu de pente en devant du fourneau, de sorte que la direction du vent qui, auparavant étoit horizontale, plonge un peu. L'on replace les soufflets, & on les fait agir de nouveau; la fonte que l'on obtient alors, est grise, & est bonne pour faire du fer; la première, qui est blanche, est toute convertie en acier; l'on desireroit pouvoir faire plus de fonte grise afin d'en faire du fer, mais cette fonte ne peut se faire que pendant environ 50 ou 60 heures, au plus, durant la semaine, alors le fer s'attache au fond du fourneau & coule difficilement; l'on est contraint de réparer la tuyère, & l'on n'obtient plus que de la fonte dure & blanche, jusqu'au samedi à midi que l'on cesse la fonte.

L'on fond environ 400 quintaux de minerai par semaine dans chacun de ces fourneaux, & l'on nous a dit que l'on y consommoit aux environs de 600 mesures de charbon de 8 pieds $\frac{1}{2}$ cubes, quantité prodigieuse sur laquelle on ne peut compter, car les ouvriers en prennent à leur volonté, sans savoir la consommation. Chaque coulée donnant 3 $\frac{1}{2}$ à 4 quintaux de fonte, il est aisé de conclure que chaque fourneau n'en fait par semaine qu'environ 150 quintaux. Presque tous les minerais dont on fait le fer & l'acier à *Eisen-Ertz*, sont spathiques & rôtis à un seul feu.

Nous avons déjà dit que, par le procédé qui vient d'être décrit, on obtient de la fonte blanche & de la grise; comme cette dernière n'est employée qu'à faire du fer, & que ce n'est pas ici le lieu d'en parler,

nous nous bornerons à donner la manière de faire l'acier avec la fonte blanche.

Le foyer ou creuset servant à affiner, est construit comme les chaufferies ou affineries en France, il a un pied d'élévation au dessus du sol de la forge, & 2 pieds de profondeur, il a 24 pouces en quarré dans le haut, & 21 pouces dans le fond, la tuyère entre de 5 pouces dans le creuset, qui est formé avec des pièces de fer, d'un côté est le bassin pour recevoir le laitier que l'on y fait couler par le chiot. La pièce de fer du chiot est percée à différentes hauteurs par des trous d'environ un pouce de diamètre, ils servent à faire couler les laitiers dans leur bassin ; lorsqu'on veut affiner, l'on commence par mettre au fond de l'affinerie de la poussière de charbon que l'on humecte, & l'on répand pardessus des scories ou laitiers d'un précédent travail, & qui ont été éteints dans l'eau ; les canons ou buses de deux soufflets de bois entrent dans la tuyère, on remplit l'affinerie de charbon, on y met le feu, & on fait agir les soufflets. L'on commence par chauffer les morceaux d'acier du précédent travail, afin que le foyer s'échauffe ; ensuite l'on remplit l'affinerie de charbon, l'on y porte dans deux tenailles la moitié des morceaux de fonte blanche dont on veut faire la loupe ou renard, mais un peu loin du vent, car il ne faut pas qu'elle fonde vite ; lorsque cette quantité est fondue, ce qui exige une heure & demie, l'on y porte le reste de la fonte destinée à faire la loupe, qui est le même temps à fondre, il entre pour chaque loupe deux quintaux de fonte. L'on ne fait point du tout couler le laitier, qu'après avoir formé la loupe; l'on y jette de temps en temps, sur les charbons, un peu de batitures qui se trouvent au pied de l'enclume, & on les arrose souvent avec de l'eau, dans laquelle l'on a délayé de l'argille qui fournit aussi du laitier en se vitrifiant; il faut que la loupe baigne dans le laitier, elle n'est jamais faite qu'après plus de trois heures de travail, alors on la sort du foyer, on la porte sous le marteau, où, sans la forger, on la coupe en quatre morceaux, ces morceaux sont chauffés de nouveau sur un foyer, & ensuite forgés au marteau en grosses barres d'environ quinze lignes en quarré, & trempés tout de suite dans un courant d'eau ; on casse ces barres en bouts, ceux qui, dans leurs cassures, présentent un peu de fer, sont mis séparément. Enfin, nous dirons ailleurs comment l'on donne la dernière perfection à ces barres d'acier. Nous avons détaillé la méthode de faire l'acier à *Eisen-Ertz* avec de la fonte blanche, nous allons donner le procédé d'en faire en masses coagulées dans les fourneaux où se fondent les minerais.

Cette méthode de fondre, qui est très-ancienne, se fait dans un fourneau que l'on nomme *stuck-ofen*, fourneau à masses ; il diffère de celui des *floss*, dont on a parlé, 1°. en ce que n'y faisant point couler les matières fondues, il n'y a point de trou percé, 2°. en ce qu'il est beaucoup plus grand, qu'il forme un quarré long, un peu arrondi dans les angles, qui, au fond du fourneau, a quatre pieds de longueur & deux pieds & demi de largeur, prise dans la direction de la tuyère. La hauteur est la même que celle du fourneau des *floss*, & va de même un peu en s'élargissant jusqu'au tiers de sa hauteur, & ensuite en diminuant jusqu'au gueulard. Les parois de l'un & de l'autre de ces fourneaux sont faites fort simplement avec de la terre grasse bien pêtrie; celui des masses que nous décrivons ici, a dans sa base, du côté des soufflets, une ouverture de 4 pieds de largeur, qui comprend toute la longueur de l'intérieur du fourneau, & deux pieds & demi de haut, c'est par là que l'on entre dans le fourneau, soit pour le réparer, soit pour y battre la brasque, comme on le fait à celui des *floss*. L'on bouche exactement cette ouverture avec de grandes briques encore toutes molles, & l'on y forme la tuyère de la manière que nous le dirons plus loin; le fourneau étant bien fermé, on le remplit entièrement de charbon, & l'on y commence aussi la fonte le lundi matin.

Lorsque le maître Fondeur présume qu'il y a assez de matières dans le fourneau pour en faire couler le laitier, il fait un trou avec un ringard dans les briques qui ferment l'ouverture dont on a parlé; lorsqu'il ne coule plus de laitier par ce trou, on le bouche & on l'ouvre de nouveau quelques heures après.

L'on continue ainsi cette fonte jusqu'à ce qu'on ait passé 13 mesures de minerai grillé, contenant chacune 3 pieds cubes, & pesant environ 350 livres. Chaque mesure fait la charge du fourneau ; l'on n'y emploie aucune castine ni fondans ; la treizième mesure de minerai étant chargée, on laisse consommer presque tout le charbon qui est dans le fourneau sans y rien ajouter. Alors on recule les soufflets afin d'avoir de l'espace ; & pour les garantir du feu, l'on met devant une grande plaque de fer qu'on arrose presque continuellement : on démolit le mur de briques d'abord par sa partie supérieure, deux hommes avec des croards attirent & sortent les charbons qui sont restés dans le fourneau, deux autres jettent de l'eau dessus, il coule en même temps des scories & un peu de fer que l'on met de côté ; l'on en obtient ainsi 6 à 7 quintaux qui sont ensuite portés aux affineries, lorsque la masse ou loupe est à découvert, à l'exception seulement du milieu où on laisse un peu de charbon, pour les raisons qu'on dira ci-après. On emporte dans des paniers tous les charbons qui ont été éteints par l'eau : ces charbons servent à griller le minerai ; l'on démolit le reste du mur en briques, l'on introduit en dessous de la masse ou loupe un gros levier de fer avec lequel on la soulève suffisamment pour pouvoir y passer une des branches d'une grosse tenaille à crampon, à laquelle on attache une chaîne de fer, qui, passant à l'autre extrémité de la fonderie sur un cylindre vertical mobile, vient envelopper l'arbre de la roue qui fait mouvoir les soufflets; l'on met l'eau sur cette roue, la chaîne traine

la masse jusqu'au milieu de la fonderie, les ouvriers avec des leviers aident à la diriger, l'on entoure cette masse tout autour & sur ses bords de charbonnaille sur laquelle on jette du charbon humecté, afin d'empêcher que la chaleur n'incommode les ouvriers qui partagent cette masse, comme il suit. On a dit qu'on laissoit du charbon sur son milieu, c'est afin de la tenir chaude & qu'elle soit plus facile à couper. On ôte ces charbons, & deux hommes, avec chacun une hache, frappent dans le milieu de cette masse; quand ils sont parvenus à lui faire une entaille jusqu'au milieu de son épaisseur, ils y mettent des coins qu'ils enfoncent avec de gros marteaux, & enfin ils parviennent à la partager en deux pièces; il faut plus d'une heure pour ce travail, qui d'ailleurs est très-pénible. On coupe ainsi cette masse afin de la raffiner avec plus de facilité; elle pèse communément de 13 à 14 quintaux. Les morceaux de fer détachés pèsent, comme nous l'avons déjà dit, 6 à 7 quintaux; de sorte que chaque fonte donne toujours 20 quintaux, tant acier que fer. Pendant que deux ouvriers coupent la masse, trois autres sont occupés à réparer le fourneau; ils jettent du poussier de charbon dans le fond, & ensuite ils y font tomber de la poussière de charbon qui s'élève pendant la fonte & qui se rassemble autour du gueulard à la base de la cheminée qui surmonte le fourneau. Ils jettent de l'eau pardessus, & pour la rendre plus compacte & plus unie, ils battent le tout avec une pelle. Ensuite ils reconstruisent le mur, démoli pour sortir la masse, de la manière suivante. L'on commence à placer dans le milieu de la longueur de l'ouverture une grosse pièce d'argille bien pêtrie & de la forme d'une brique, de 4 pouces d'épaisseur, 14 pouces de longueur & autant de largeur, on la pose de champ de manière qu'elle entre de 10 pouces dans l'intérieur du fourneau; c'est dans cette première pièce que l'on forme la tuyère, on met d'autres briques à côté de celle du milieu, mais celles-ci n'ont que 2 à 3 pouces d'épaisseur & 8 à 10 pouces en quarré, on les place aussi de champ de manière cependant que les grandes faces soient en dedans & en dehors du fourneau, on bouche les joints de ces briques avec de la même argille bien délayée; l'on forme ainsi toute la grande ouverture; ensuite l'on enfonce un bâton pointu dans la brique du milieu à 12 pouces au dessous du fourneau; ce trou servant de tuyère a 3 pouces de diamètre sur le derrière, & seulement 18 lignes en dedans du fourneau, & s'élève tant soit peu de ce côté; l'on ne fait pas usage d'autres tuyères à *Eisen-Ertz* pour les hauts fourneaux; après cette reconstruction de mur, l'on remet les soufflets à leur place, l'on remplit le fourneau de charbon & pardessus une tonne ou mesure de minerai grillé que l'on recouvre de charbon, & l'on donne le vent.

Il faut 18 heures pour fondre les 13 mesures de minerai dont nous avons parlé, pour retirer la masse & remettre le fourneau en état; de sorte que la fonte s'opère en 15 heures ou environ, & les 3 heures de plus sont employées à sortir la masse, à la couper & à réparer le fourneau; il faut quelquefois un peu plus ou un peu moins de temps; mais les ouvriers sont obligés de faire 7 masses par semaine, qui font, à 20 quintaux chacune, 140 quintaux, qui sont le résultat de 91 tonnes de minerai, du poids de 3 quintaux ½, ce qui, pour les 91, fait 318 quintaux ½. D'où il résulte que le minerai donne à très-peu près 44 pour cent. La consommation du charbon est pour le moins aussi considérable dans cette fonte qu'à celle des *floss*.

L'on voit par le détail qui vient d'être donné, que la manière de faire les masses est très-pénible & coûteuse. L'on pense que l'on pourroit parvenir à faire des masses, aussi par coagulation dans le fourneau, d'une manière plus simple, moins embarrassante & moins dispendieuse, même dans des hauts fourneaux. Lisez dans cet ouvrage, au mot Fer, la manière de le faire, aussi par coagulation, aux forges catalanes. Dans l'une & l'autre manière de procéder, la fusion de la mine donne de suite du fer malléable, & même de l'acier; si celle de Styrie procure plus de ce dernier, cela peut provenir de plusieurs causes; la nature des minerais qui sont tous très-riches & spathiques, y contribue certainement beaucoup, ensorte que, quand on ne voudroit y faire que du fer, on ne le pourroit pas; car dans l'un & l'autre procédé que nous venons de décrire, l'on a vu, 1°. qu'il n'y avoit des *floss*, que la fonte grise qui fût propre à faire du fer, encore faut-il que ces *floss* reçoivent un feu de grillage avant de passer aux affineries. 2°. Que la fonte blanche donnoit tout de suite l'acier. 3°. Qu'il n'y avoit que les parties qui étoient arrachées du fourneau avec des croards & celles qui couloient avec les laitiers du grand fourneau à faire les masses, qui fussent propres à faire du fer aux affineries; ce fer même contient encore de l'acier. 4°. Enfin, que la grosse masse coagulée est presque toute d'acier, comme on va le voir en traitant de sa purification par l'affinage. La couche de fraisil, ou poudre de charbon mise au fond des fourneaux, contribue aussi beaucoup à faire l'acier qui se cémente en prenant du phlogistique, sur-tout dans les fourneaux par coagulation, où la matière séjourne long-temps; aussi cet acier est-il meilleur que celui qui vient des *floss* ou fontes; & l'on nous a dit sur les lieux que ce dernier ne pouvoit pas supporter autant de chaudes suantes que l'acier provenant des masses, sans se convertir en fer. Si, comme en Styrie, l'on mettoit dans les fourneaux de fonte une couche de charbonnaille bien battue, que l'on consommât autant de charbon & que l'on ne pressât pas plus la fonte, l'on obtiendroit aussi de l'acier, particulièrement avec des minerais spathiques; nous n'en manquons pas dans plusieurs Provinces de France.

Le fourneau ou foyer servant à l'affinage des masses, est semblable à celui où l'on affine la fonte blanche pour la convertir en acier.

Lorsqu'il s'agit de faire cette opération, l'on met sur le fond de l'affinerie une couche de fraisil que l'on humecte avec beaucoup d'eau, on la presse avec une pelle, on jette dessus un peu des laitiers d'une précédente fonte & qui ont été éteints dans l'eau, l'on remplit entièrement le foyer de charbon, l'on porte dessus la moitié d'une des masses ou loupes d'acier dont on a parlé, on la recouvre entièrement de charbons, on y met le feu & l'on fait agir les soufflets; l'on y ajoute du charbon lorsqu'il en est besoin, & l'on continue jusqu'à ce que la masse ou loupe devienne d'un rouge-blanc & pâteuse: pendant ce temps, il se rassemble du laitier au fond de l'affinerie; lorsqu'il y en a une certaine quantité, on le fait couler, par le chiot, dans le bassin de réception où l'on a mis de l'eau, afin de le refroidir plus promptement & de le rendre plus friable. L'on fait cette coulée par le trou le plus élevé du chiot, afin qu'il reste dans l'affinerie une bonne quantité de laitier; il se détache de la masse des parties de fer, qui, avec le laitier, prennent le fond du fourneau; ce fer, en se raffinant, prend de la consistance, on le rassemble dans une loupe dont on fait d'excellent fer nerveux.

Lorsqu'avec un ringard que l'on plonge à travers les charbons, l'on reconnoit que la masse d'acier est assez tendre pour se laisser piquer dans toutes ses parties, on cesse le feu; cette opération dure cinq à six heures. L'on découvre la masse, on la saisit avec une grosse tenaille suspendue à l'un des bouts d'un grand levier; qui lui-même l'est au bras d'une grue mobile sur son pivot; un seul homme appliqué à l'autre extrémité du levier enlève la masse, & en faisant tourner la grue, la place sur l'enclume; l'on fait agir le marteau afin de l'applatir un peu, l'on pose un couperet qui, recevant les percussions du marteau, partage la masse en deux morceaux, l'on en porte un sur le même foyer afin qu'il y conserve sa chaleur, tandis que l'on partage l'autre encore en deux pièces, & ces deux pièces en plusieurs autres, de manière que chacune d'elles pèse depuis 25 jusqu'à 40 livres. L'on réduit ainsi en morceaux la pièce que l'on a remise au feu pour y conserver sa chaleur.

Nous observerons ici qu'en coupant & divisant la masse, il s'en détache de petits morceaux & grumeaux qui tombent au pied de l'enclume; ces grumeaux, qui sont de fer, semblent ne tenir que très-peu à la masse d'acier, de la surface de laquelle ils se détachent aisément par les seules secousses du marteau, ils sont aussi beaucoup plus mous que l'acier, c'est ce qui les fait reconnoître à l'ouvrier. Lorsqu'on a une certaine quantité de ces grumeaux, on les passe à l'affinerie pour en faire du fer.

Ces morceaux de fer qui tiennent à la partie extérieure de la grosse masse, prouvent que cette masse étoit déjà convertie en acier dans le haut fourneau, qu'il n'y a eu que ces parties extérieures exposées au vent des soufflets & au contact de la flamme, qui ont fait du fer de nature en perdant leur phlogistique; tandis qu'il se trouvoit retenu & concentré dans le corps de la masse, qui, d'une part, repose sur des fraisils qui lui en communiquent incessamment, &, de l'autre, est environné de laitier qui en empêche la dissipation: d'ailleurs, cette masse d'acier peut aussi perdre dans le fourneau d'affinage une partie de son phlogistique ou principe constituant de l'acier, & ce sont toujours ces parties superficielles, qui, ici comme dans le haut fourneau, y sont les plus exposées; il n'est donc pas surprenant qu'il se trouve du fer autour de la masse d'acier, & que cette masse en contienne un peu dans son intérieur, ainsi qu'on le verra plus loin.

L'opération que nous venons de décrire est plutôt un chauffage qu'un affinage; en effet, son plus grand objet est de ramollir la masse pour en faciliter le dépecement.

Tous les morceaux d'acier provenans de la masse sont chauffés au charbon de bois sur un foyer à ce destiné. Lorsqu'ils ont acquis le degré de chaleur convenable, c'est-à-dire assez suante pour se souder, on les porte au marteau, on les étire en barres d'environ 15 lignes en quarré & de plusieurs pieds de longueur; en sortant de dessous le marteau & encore d'un rouge de cerise, on jette cet acier dans un courant d'eau de rivière; lorsqu'il est froid, on le casse en bouts en en frappant une enclume, ce qui s'opère d'une grande facilité, sur-tout dans les morceaux qui ne contiennent point de fer. Cet acier n'ayant pas toute la perfection dont il est susceptible, se nomme *acier brut*; afin de lui donner plus de finesse & plus de qualité, on lui fait subir l'opération suivante.

Il est livré aux ouvriers martineurs qui examinent tous les morceaux l'un après l'autre, ceux qui, à l'inspection de la cassure, présentent quelques veines ou parties de fer, sont mis séparément de ceux qui sont acier pur; celui-ci est nommé *acier dur*, & le premier *acier tendre*; ce triage étant fait, l'on en met plusieurs morceaux à la fois vis-à-vis la tuyère d'un soufflet, on les y fait chauffer au charbon de bois, lorsqu'ils sont chauds on les porte successivement sur l'enclume d'un martinet, on les y étire en lames plattes de 20 jusqu'à 24 lignes de largeur, seulement de 3 à 4 d'épaisseur, & ils coupent ces lames d'environ un pied de longueur. Ces martineurs reconnoissent encore ici les morceaux qui contiennent du fer, ce qu'ils distinguent à la résistance qu'il oppose au martinet, car celui qui contient du fer étant plus mou, en reçoit de plus grandes impressions, il est rangé dans la classe de l'acier tendre. Ces lames d'acier ainsi préparées passent au procédé suivant.

L'on en forme des paquets ou trousses composées de 12 à 15 morceaux posés les uns sur les autres, en observant que le premier & le dernier, c'est-à-dire, les 2 pièces servant de couverture à la trousse, soient d'acier mou.

L'on saisit cette trousse par un de ses bouts avec une tenaille faite exprès, on la serre fortement avec

son anneau, & de manière à bien contenir dans leur position tous les petits barreaux; l'on porte ce paquet dans une chaufferie semblable à celle où l'on chauffe les masses dont nous avons parlé, mais qui est beaucoup plus petite, l'on fait agir les soufflets lorsque le paquet est rouge, l'on jette sur les charbons des laitiers provenans du même travail, éteints dans l'eau & pulvérisés: ce laitier en fondant tombe sur la trousse, en augmente la chaleur, & garantit sa surface de la grande ardeur du feu qui détérioreroit cet acier. Lorsque la trousse a acquis un degré de chaleur suffisant pour en souder toutes les parties, on la porte sous le marteau; mais comme elle est pesante & difficile à manier, il y a une chaine suspendue à l'extrêmité de laquelle est un crochet servant à recevoir les branches de la tenaille, par ce moyen un homme porte aisément le paquet sur l'enclume; l'on fait agir le marteau qui pèse 4 quintaux, ces coups répétés en rapprochant les différentes parties du paquet, les soudent; lorsque le bout qui a été chauffé le premier est bien soudé & un peu étiré, on en fait autant pour l'autre bout, & enfin on le chauffe & on le forge jusqu'à ce qu'on soit parvenu à en faire des barreaux d'environ 6 lignes en quarré & de plusieurs pieds de long; il faut, pour y parvenir, porter chaque trousse au moins 5 à 6 fois au feu. L'on ne trempe point cet acier, on le vend en cet état, & il est très-bon pour les taillans & la coutellerie. C'est pourquoi on le nomme *scharf-stahl*, acier à tranchant. On le perfectionne si l'on veut, mais ce n'est que de commande; pour cet effet, l'on coupe en bouts les barreaux d'acier forgés, comme on vient de le dire, l'on en forme aussi des trousses, on le chauffe & on le forge de la même manière, mais cet acier qu'on nomme *munz-stahl* coûte beaucoup à cause du déchet & des manipulations répétées. L'on fait de l'acier inférieur aux deux qualités précédentes, en mêlant dans les trousses, de celui que nous avons nommé acier tendre, l'on en fait encore d'inférieur à celui-ci, en ne prenant que du tendre; enfin, l'on en fabrique du tout commun, en n'y mettant que de l'acier mêlé de beaucoup de fer. L'on voit par le détail ci-dessus que l'on fabrique cinq qualités différentes d'acier en Styrie. Chaque ouvrier est obligé de mettre sa marque sur les barreaux d'acier qu'il fabrique.

L'on passe aux forgerons qui travaillent à raffiner les *floss*, ou la fonte de gueuse, 12 livres de déchet par quintal, & à ceux qui travaillent les masses, seulement 7 livres ½. Nous observerons, à l'occasion de la fonte, que ce déchet est bien modique, d'autant plus que celle dont on fait l'acier est blanche, & qu'il est reçu par tous les auteurs qui ont traité des forges, que cette fonte étant regardée comme la plus chargée de parties hétérogènes, devroit perdre beaucoup plus de 12 pour cent à l'affinage, puisque nos fontes grises diminuent communément d'un tiers pour en faire le fer; cela prouve que le minerai de fer de la Styrie est très-riche en métal & très-propre à faire de l'acier.

Il n'est pas étonnant que les masses par coagulation ne perdent que 7 ½ pour cent, étant déjà, pour ainsi dire, de l'acier tout pur, malléable, & qui pourroit être employé sans autre préparation.

Il se fabrique aussi beaucoup d'acier en Carinthie, l'on y fond pareillement les minerais qui sont spathiques, des deux manières en usage en Styrie; les fourneaux sont plus hauts, ils ont 18 à 20 pieds.

Les foyers ou creusets servant à faire l'acier sont construits avec des plaques d'acier forgé, celle du chiot est trouée pour l'écoulement du laitier à différentes hauteurs, ces foyers ont des dimensions qui varient un peu suivant la manière de travailler des ouvriers qui ont chacun leur routine; voici les proportions d'un creuset: 26 pouces de largeur du côté de la tuyère, 29 du côté du contrevent, & 21 pouces de distance de l'un à l'autre; la profondeur est de 18 pouces, le fond est une pierre réfractaire & propre à résister au feu, la tuyère entre de 4 pouces ½ dans le creuset, on met sur le fond 8 à 9 pouces d'épaisseur de poussière de charbon humectée & bien battue, de manière que cette poussière forme un bassin circulaire.

La fonte en gueuse qui est presque toujours blanche dans sa cassure, est refondue en fonte claire dans ce creuset, l'on emploie trois heures à fondre une petite gueuse d'environ 5 quintaux; lorsqu'elle est toute fondue, l'on arrête le vent, & on laisse la matière reposer pendant un quart d'heure, puis on fait couler par le trou supérieur du chiot les scories qui surnagent la fonte; on ôte les charbons, l'on jette de l'eau sur cette fonte, & on l'enleve par plaques minces comme le cuivre-rosette; mais il reste au fond du creuset une masse coagulée plus purifiée que les plaques qui cassent comme du verre, c'est avec l'une & l'autre de ces matières que l'on fait l'acier; à cet effet l'on se sert d'un autre foyer à peu de chose près semblable, mais plus petit, & l'on donne plus d'inclinaison à la tuyère, l'on y met aussi une couche de poussière de charbon battue & disposée de même, l'on remplit le creuset de charbon, l'on fait aller les soufflets; lorsque le foyer est échauffé, l'on y porte l'une des masses qui reste au fond du creuset dans l'opération précédente, elle se fond peu à peu, l'on y ajoute de moment en moment quelques morceaux de plaques de fonte; l'on m'a dit sur les lieux qu'il faut de l'une & de l'autre pour faire de bon acier; afin de faciliter la fusion de la fonte & empêcher qu'elle ne se scorifie, l'on y ajoute des laitiers pulvérisés; si elles sont trop pâteuses, l'on y jette un peu de quartz blanc; lorsqu'il y a au fond du creuset une petite loupe de 20 à 30 livres bien formée, on la sort & on la porte au marteau, qui, en la frappant tout autour, en resserre les parties; on la coupe en plusieurs morceaux que l'on fait chauffer au même feu pour les réduire en barreaux d'un pouce en quarré, & d'environ 9 pouces de long; durant ce temps on fait une autre loupe. Cet acier, qui est encore bien brut, est porté à la platinerie; on lui donne les chaudes

chaudes nécessaires pour l'étirer dans les dimensions convenables à son commerce, on le trempe, & un ouvrier le frotte sur de la battiture d'acier mêlée de poussière de charbon, le tout humecté; ceci n'est que pour donner plus de blancheur à l'acier.

L'on fabrique aussi de bon acier à Kleinbden en Tyrol, avec du fer de gueuse, provenant de la fonte de mines spathiques que l'on ne rôtit pas avant de les fondre. Les gueuses dont on veut faire de l'acier sont refondues en fonte claire, ainsi que cela se pratique en Carinthie; l'on y lève aussi la fonte en gâteaux ou rosettes, qui sont blanches & très-cassantes; les plus minces sont destinées à faire de l'acier, les autres sont pour le fer.

L'on fond les premières dans un creuset préparé, comme ceux de la Carinthie, mais on ne les fait fondre que très-lentement, ce qui est essentiel pour avoir de bon acier. Lorsqu'il y a assez de matière dans le creuset, l'on arrête les soufflets, l'on ôte les charbons de la surface du bain, on le couvre de gros poussier de charbon, on laisse le tout en cet état pendant une heure, on retire ensuite, en une seule masse coagulée, la loupe d'acier; on la porte sous le marteau pour la diviser en morceaux, que l'on chauffe & forge tout de suite en barres quarrées que l'on envoie aux martinets, où l'on perfectionne cet acier de la même manière qu'en Carinthie : tout ce que j'ai dit sur la fabrication de l'acier fait par la fusion, prouve que, pour y parvenir, l'on suit différens procédés; que chaque pays, même chaque ouvrier a les siens, sur-tout quant à la construction des fourneaux, foyers & creusets, mais qu'ils se rapprochent tous des vrais principes, en procurant beaucoup de phlogistique au fer, qui, par-là, devient acier; ils lui en donnent dans tous les procédés, soit de la fonte des minerais, soit dans la refonte du fer de gueuse, soit en le laissant macérer dans le creuset; car par-tout la fonte ou gueuse, les masses d'acier par coagulation & en rosettes, reposent sur la poussière de charbon, qui fournit incessamment de ce phlogistique, & même en sont environnées. Il y a des circonstances où l'acier se charge d'une trop grande quantité de phlogistique, ce qui le rend intraitable au marteau; l'on est obligé, en pareil cas, de lui en ôter, en ajoutant de vieilles ferrailles, qui, en saisissant cet excédant, se convertissent aussi en acier, & font partie de la loupe.

L'on peut donc conclure que, pour parvenir à faire de bon acier par la fusion, il faut non-seulement des minerais qui y soient propres; mais que, dans tous les procédés des fontes & affinages, à commencer par la fonte des minerais, jusqu'à l'entière perfection de l'acier, il faut, en lui enlevant les substances hétérogènes, lui communiquer du phlogistique, ou au moins lui conserver celui dont il s'est chargé dans les premières opérations. Nous remarquerons encore que, pour faire de l'acier, les Allemands ne le travaillent que très-peu dans les creusets avec le ringard, & que, quand ils veulent faire du fer doux, ils se servent de cet outil. Ils en pétrissent & forment la loupe ou renard, ils en présentent successivement toutes les parties au courant du vent & de la flamme, ce qui lui a bientôt enlevé la surabondance du phlogistique qui le constituoit acier; car si le fer le saisit avec avidité, il le perd avec autant de facilité, principalement lorsqu'il est encore brut, comme dans la loupe, où il s'échappe par toutes les voies, qui y sont d'autant plus grandes, que les parties n'en ont pas été rapprochées par la percussion du marteau.

L'acier fait par la cémentation, procédé que nous allons décrire, démontre d'une manière sensible, qu'il faut, dans tous les cas, si l'on veut faire de l'acier, donner au fer le phlogistique qui lui manque pour le constituer tel.

De l'acier par cémentation.

Si les Anglois ne sont pas les auteurs du procédé de la conversion du fer forgé en acier, ils sont les premiers qui en ont fait en grand. La trempe en paquets des différens outils de fer & d'acier, auxquels l'on veut donner une grande dureté, a sans doute conduit à la découverte du procédé de cémenter le fer pour le convertir en acier. M. de Reaumur a, plus que personne, travaillé à la découverte des procédés qui pouvoient lui procurer le meilleur acier. Ce célèbre Académicien auroit infiniment mieux réussi, si, au lieu d'employer pour cément les matières ordinaires de la trempe en paquet, il n'eût pris que du charbon de bois pulvérisé, qui donne le phlogistique le plus convenable dans cette circonstance; l'on verra que les Anglois n'y emploient pas d'autres matières, parce qu'ils se sont rapprochés, autant qu'ils l'ont pu, de la manière de faire l'acier par la fusion des gueuses ou fonte de fer, qui ne s'opère qu'avec le charbon de bois. Quant aux fourneaux de rèverbère dont ils se servent pour convertir le fer en acier, ils ne les chauffent qu'au charbon de terre qu'ils ont en abondance chez eux; en conséquence, ils leur donnent les formes convenables, ainsi qu'aux chauffes & cendriers, afin que la flamme de ce combustible puisse chauffer également toutes les parties du fourneau, & circuler librement autour des creusets ou caisses qui contiennent le cément & le fer que l'on veut convertir en acier. *Voyez* un de leurs fourneaux, *Métallurgie*, planche I, fig. 1, 2, 3, 4 & 5, & l'explication à la fin de cet article.

Comme l'on ne peut pas toujours se procurer à bon marché du charbon de terre, & qu'il en est qui ne donne pas assez de flamme, que d'ailleurs le bois peut être abondant dans les endroits où l'on voudroit établir des manufactures d'acier par cémentation, l'on pourra se servir avec succès du feu de bois, en faisant usage du fourneau de rèverbère à deux chauffes de la planche II, fig. 1, 2, 3, 4. *Voyez* aussi leur explication.

J'en ai fait construire plusieurs dans le Royaume, qui chauffent parfaitement, & qui ne consomment pas beaucoup de bois, relativement à la quantité du

fer qu'on y met cémenter. Celui de la planche peut contenir de ce métal environ 120 quintaux, & consomme à peu près vingt-cinq cordes de bois de 8 pieds de long, quatre de haut, & les bûches de deux pieds & demi, ce qui fait 80 pieds cubes pour chaque corde, & les vingt-cinq cordes font 200 pieds cubiques. Pour faire une fournée d'acier, d'environ 25 milliers, l'on consomme en Angleterre à peu près 322 quintaux de charbon de terre, ce qui feroit proportionnellement, pour une opération dans le fourneau que j'ai fait construire, 161 quintaux; d'après cet exposé, l'on pourra comparer la dépense de ces deux combustibles, lorsque l'on saura, dans chaque Province, leurs différens prix, & ceux des transports; mais tout ceci est affaire de calcul, & soumis au jugement des Entrepreneurs de pareils établissemens qui ne doivent pas se faire sans spéculation.

Je commencerai par décrire le procédé anglois pour convertir le fer en acier, c'est d'après ce procédé que feu M. Jars, de l'Académie, mon confrère de voyages, a rapporté d'Angleterre, que j'ai composé & fait construire le fourneau pour être chauffé avec le bois.

Avant de traiter du procédé de la conversion du fer en acier, il convient de faire connoitre les qualités que le fer doit avoir pour y être soumis.

Les Anglois ne fabriquant en général, chez eux, que des fers défectueux, ont été obligés de s'en procurer du meilleur de la Suède pour le convertir en acier; ils ont reconnu par un très-grand nombre d'expériences, que l'on ne peut obtenir de bon acier qu'avec du fer de la meilleure qualité, & qu'il faut que ce fer joigne à la malléabilité un peu de roideur ou de dureté, celui de Suède réunit parfaitement ces deux données.

L'on peut faire de l'acier avec toute espèce de fer, même avec les plus défectueux, qui sont cassans à froid & à chaud, & cet acier a le grain fin & assez de dureté, mais il participe de la mauvaise qualité du fer, en ce qu'il est intraitable, qu'il fuit au marteau; qu'il ne peut être soudé, ni avec le fer, ni sur lui-même; que les outils que l'on est parvenu à fabriquer avec cet acier, cassent ou se gersent souvent à la trempe; que l'outil qui en est construit, éclate au moindre effort qu'il éprouve, c'est ce que les artistes appellent acier qui n'a point de corps, dénomination qui lui convient assez, puisque ses parties constituantes ne paroissent que très-peu adhérer les unes aux autres; sans doute qu'elles tiennent des parties hétérogènes interposées, qui en empêchent l'union intime.

J'ai converti en acier un grand nombre d'espèces de fers de France, de Suède & d'Espagne, en numérotant les barres, & en les mettant dans la caisse ou creuset de mon fourneau, & environnés du même cément; chaque espèce de fer me donnoit dans ces essais un acier de qualité différente, les uns si défectueux, qu'en les étirant au martinet à une chaleur qui ne passoit pas la couleur de cerise, ils éclatoient en morceaux, ou au moins se remplissoient de gersures sur les angles, & lorsqu'on étoit parvenu à en forger un bout de barre de quelques pieds, on le laissoit refroidir, on chauffoit l'autre bout qui n'avoit point encore été forgé, & on le portoit au marteau, dont les premiers coups faisoient casser, dans les mains du martineur, le bout déjà étiré, cet acier est très-défectueux; de la même fournée, j'en trouvois qui souffroit assez passablement la percussion du martinet sans se briser, mais qui avoit encore des gersures, d'autre qui sans gersures étoit très-pailleux; celui-ci, qui provient d'un fer doux & très-mou, n'est pas à beaucoup près aussi mauvais que les précédens, il se soude, soit avec lui-même, soit avec le fer, mais les pailles lui font tort, 1°. en ce que ces pailles, sur-tout celles qui sont minces, ne peuvent pas s'unir intimement à la pâte de l'acier; 2°. que les outils qui en sont fabriqués, ne peuvent pas recevoir un poli parfait, car dans les endroits où ces pailles se trouvent, elles y paroissent comme des veines & taches noires; 3°. les pailles sont très-préjudiciables à la solidité d'un outil, sur-tout des outils fins, comme rasoirs, couteaux, ciseaux, &c. car, lorsqu'elles se rencontrent dans le tranchant, elle le rendent moins coupant & facile à s'ébrecher, & lorsqu'elles sont plus avancées dans l'intérieur de la lame ou de l'outil, si elles sont disposées transversalement, elles en occasionnent la rupture. Enfin, de la même fournée, j'ai obtenu de l'acier qui n'avoit aucun des défauts ci-dessus, & qui avoit toutes les qualités qui caractérisent l'acier le plus parfait; &, ainsi que les Anglois, je me suis apperçu que le fer de Suède me donnoit de meilleur acier que beaucoup d'autres espèces de fer, mais j'en ai essayé qui m'en ont fourni d'aussi bon. Parmi ceux de France, les meilleurs que j'aie trouvé pour être convertis en acier, sont ceux qui se fabriquent à la catalane (*voyez* ce procédé, au mot *FORGE*). Dans le pays de Foix, en Roussillon & en Languedoc, ces fers sont généralement bons, ainsi que tous ceux des Pyrénées, & lorsqu'ils sont fabriqués avec soin, je les préférerois à ceux de la Suède pour en faire de l'acier, aussi sont-ils lians & nerveux sans être mous.

Les fers du Périgord, du Berry & de l'Angoumois tiennent le second rang, j'en ai cependant fait d'excellent acier, qui a subi les épreuves les plus rigoureuses dans les ports du Roi, & en présence des Commissaires de l'Académie Royale des Sciences, par les plus habiles artistes de Paris; qui a été trouvé aussi parfait que le meilleur acier d'Angleterre, qui servoit de terme de comparaison, & même plus facile à employer, & en général supérieur à ceux de Styrie & de Carinthie, qui sont les meilleurs qui nous viennent d'Allemagne. Mais, pour cet effet, j'avois soin de choisir le fer sans défaut, & si je lui en connoissois en le faisant fabriquer aux affineries, je faisois refondre la loupe une seconde fois, lorsqu'elle avoit été formée; de cette manière, j'étois assuré que les crudités, ou parties étrangères qui étoient restées dans la loupe à la première opéra-

tion, & qui le vicioient, étoient détruites dans la seconde. J'avois ainsi d'excellent fer & très-propre à me donner de bon acier. L'on imagine bien que cette seconde opération rend le fer plus coûteux, 1°. en ce qu'il éprouve un nouveau déchet ; 2°. en ce qu'il consomme plus de charbon ; 3°. en ce qu'il coûte plus de main-d'œuvre ; mais, je le répète, sans cette précaution & l'attention qu'il faut avoir en outre dans le choix des gueuses, l'on ne parviendra pas à avoir du fer susceptible de donner de bon acier de cémentation, singulièrement lorsque le fer provient des minerais, qui, d'eux-mêmes, ne donnent que du fer d'une qualité médiocre. Les mines de fer blanches spathiques sont celles qui m'ont donné le meilleur fer pour acier cémenté, ce sont aussi celles qui font le plus parfait par la fonte, en Styrie, en Carinthie & en Tyrol. L'acier du Dauphiné est le résultat des minerais spathiques; le bon fer des Pyrénées provient, pour la majeure partie, des minerais de cette espèce ; aussi, comme on peut le voir au mot *forges catalanes*, y obtient-on de l'acier de la première & unique fonte de ces minerais, qui se trouve dans le masset ou loupe.

De tout ce que dessus il résulte que, pour faire, par le procédé de la cémentation, de l'acier sans défauts & qu'il soit favorablement reçu dans le commerce, il faut choisir du fer qui approche le plus de l'état de perfection ; je dis qui en approche le plus, car nous ne sommes pas encore parvenus à donner à ce métal la pureté dont il est susceptible. *Voyez* le mot *Fer*.

Après avoir désigné les fers les plus propres à l'acier, & expliqué la manière de les fabriquer, nous allons traiter de leur conversion en acier par voie de cémentation.

Composition de la matière du cément.

Lorsqu'on veut faire une fournée d'acier, l'on fait pulvériser des charbons de bois en quantité proportionnée à la grandeur du fourneau ; ce charbon pulvérisé doit être ensuite tamisé ou passé à un crible, dont les mailles ou trous ne soient pas trop petits ; la meilleure grandeur de ces trous doit être telle que des pois puissent y passer. L'on ne crible le charbon que pour en ôter les plus gros qui restent sur le crible, & qui empêcheroient l'arrangement des barres de fer dans la caisse du fourneau. J'ai employé séparément toutes les espèces de charbons, je n'ai pas trouvé de différence sensible dans l'acier auquel ils ont servi de cément ; & à la fin je les prenois tels qu'ils étoient ou se trouvoient ; j'y ai même employé les fraisils ou charbonnaille qui reste au fond des magasins ou halles où l'on dépose ce combustible pour le garantir de la pluie & des injures de l'air ; ce charbon en poussière, qui est perdu pour la majeure partie, trouve ici son emploi, & n'exige que le criblage. Lorsque le charbon a été criblé, on l'étend sur un plancher uni, l'on en fait une couche de 4 à 5 pouces d'épaisseur, l'on y jette de l'eau en suffisante quantité, afin qu'après avoir mêlé cette charbonnaille avec une pelle, elle puisse se peloter dans la main sans s'y attacher.

Voilà le seul & unique cément que les Anglois emploient dans la conversion du fer en acier, qui est certainement le meilleur pour lui donner le phlogistique convenable ; cependant l'on conseille d'y ajouter un quart jusqu'à un tiers de cendres de bois, sur-tout lorsque le fer que l'on aura à cémenter, ne sera pas d'une assez bonne qualité pour donner de l'acier qui ait du corps en même temps que de la dureté ; cette cendre, que j'ai employée avec succès, empêche que le phlogistique des charbons ne s'insinue aussi promptement dans le fer & procure de la douceur à l'acier sans lui ôter sa dureté, & on remarquera qu'en y employant la cendre, les boursoufflures ou ampoules qui se forment sur les barres, seront plus petites & en plus grand nombre ; j'ai aussi essayé d'y mettre du sel marin, environ 50 livres suffisent pour une fournée d'acier de 12 milliers ; on fait pulvériser ce sel, & on le sème sur les barres de fer, en les plaçant dans la caisse du fourneau ; je me suis apperçu que ce sel contribue aussi à donner du corps à l'acier ; au lieu de sel qui coûte cher dans certaines Provinces, l'on peut y employer ce qu'on appelle pierre de sel.

Lorsque la matière de cément a été préparée ainsi que je viens de l'indiquer, un homme entre dans le fourneau par une des portes ménagées à cet effet, il se place dans la caisse ou creuset, un autre lui porte, dans une petite caisse de bois, du cément qu'il étend bien uniment sur le fond du creuset; il faut faire ensorte que cette couche soit d'un pouce d'épaisseur.

La première couche de cément ainsi préparée, l'on donne à celui qui est dans le fourneau les deux barreaux de fer qui doivent servir à s'assurer lorsque le fer est suffisamment converti en acier, il les place aux extrémités de la caisse, de manière qu'il y en ait environ 10 pouces dans son intérieur & 6 pouces hors de la même caisse, afin que, passant par les petites ouvertures ménagées aux deux extrémités de la caisse, elles puissent entrer d'un ou deux pouces dans les trous correspondans ménagés à cet effet dans les murs des extrémités du fourneau par où on les saisit avec une tenaille, lorsqu'on juge que le fer est à peu près assez cémenté : nous nommons éprouvettes ces deux barreaux. La coupe en long du fourneau fait connoître toutes ces petites ouvertures (*voyez l'explication*). Il est à propos d'avertir que les barreaux de fer dont on vient de parler, doivent au moins avoir l'épaisseur des plus fortes barres, que l'on a à convertir ; ensorte que si les autres ont 7 lignes d'épaisseur, il faut que les éprouvettes en aient au moins autant, & même une demi-ligne de plus, car on courroit le risque qu'encore que ces éprouvettes fussent converties entièrement, les autres barres ne le seroient pas jusqu'au milieu où il resteroit du fer, ce qui seroit un inconvénient & porteroit préjudice à l'acier.

Les éprouvettes étant placées, l'ouvrier, qui est dans le fourneau, arrange une couche de barres de fer sur le premier lit de cément, de manière qu'elles ne se touchent en aucun point, car elles pourroient s'y souder ; lorsque les barres sont bien dressées en les fabriquant, on peut ne laisser entr'elles qu'environ 2 lignes de distance, en observant que celles des côtés de la caisse doivent en être éloignées de 6 lignes au moins, ainsi que des extrémités de la caisse, afin que dans tout ce contour l'on puisse y faire entrer du cément que l'on y presse avec une petite spatule ; sans cette précaution, il arrive que la violence de la chaleur fait des petites fentes à la caisse, soit par le retrait des briques, soit par celui de la terre argilleuse qui les unit, & alors l'air s'insinuant par ces petites ouvertures, permet à la flamme de s'y introduire & brûle la matière du cément qui se trouve dans cette direction, & les barres de fer voisines ne se convertissent pas en acier dans ces endroits ; ce que l'on reconnoît en les sortant du fourneau, car au lieu d'être de couleur ardoisée, qui est celle que doit avoir l'acier cémenté, elles sont rougeâtres. C'est pour éviter cet inconvénient que l'on recommande de mettre 6 lignes d'épaisseur de cément entre le fer & le tour de la caisse, & de l'y presser : en s'y prenant de cette manière, quand même il y auroit des fentes à la caisse, le fer ne recevra pas le contact de la flamme ; car des 6 lignes d'épaisseur de cément, il ne s'en brûlera tout au plus que quelques lignes dont les cendres garantiront le reste ; à moins qu'il ne se fasse des crevasses plus considérables à la caisse, le cément ne se consommera jamais au point de faire tort à la qualité de l'acier.

La première couche de fer étant bien rangée, l'on y étend dessus, bien uniment, un lit de cément de 6 lignes d'épaisseur seulement, ce qui est très-suffisant ; quand il n'y en auroit que 3 à 4 lignes, le fer n'en seroit pas moins bien converti en acier. L'on met une autre couche de fer pardessus, l'on continue ainsi de couche en couche à remplir la caisse, en observant que la dernière couche de fer soit à trois bons pouces plus bas que la partie supérieure de la caisse, & de recouvrir celle-ci du dernier lit de cément qui doit avoir un bon pouce & demi, & même deux pouces d'épaisseur.

Enfin, sur la dernière couche de cément on met une forte couche de sable de rivière ou autre ; ce sable doit être un peu humecté avant de le porter dans la caisse ou creuset, & non terreux, car il s'encroûteroit par un commencement de vitrification, & on auroit beaucoup de peine à le briser ; d'ailleurs, il s'attacheroit aux parois intérieures du creuset, & on courroit le risque de l'endommager en le détachant avec effort. Ce sable, qui n'a d'autre utilité que de concentrer la chaleur dans le creuset & d'empêcher la dernière couche de cément de se consommer, & de presser par son poids également dans toutes les parties de la surface, ne rempliroit pas bien son objet s'il s'agglutinoit, car il ne baisseroit pas par-tout proportionnellement à l'affaissement des matières contenues dans la caisse, il s'y feroit des crevasses qui permettroient au cément de se consommer. Le sable qui sert de couvercle à la matière ne doit point être trop gros, l'on en met en quantité suffisante pour qu'après avoir été rangé en dos-d'âne, le point le plus élevé, ou l'arrête qui doit suivre le milieu de la caisse, le soit d'environ 10 pouces au dessus de ses bords supérieurs.

Il est à propos, autant qu'on le peut, 1°. de donner aux barres de fer que l'on veut cémenter, la longueur de la caisse à deux pouces près, afin de laisser l'espace du cément aux deux bouts ; 2°. de bien faire dresser & dégauchir ces barres : de cette manière elles s'arrangent mieux & le creuset en contient plus que si elles étoient courbes ; l'on peut cependant employer des bouts ; mais il faut, si l'on ne veut pas perdre de terrein, qu'ils soient coupés de manière que deux ou trois mis à la suite l'un de l'autre fassent la longueur du creuset.

La largeur des barres est indifférente, mais il ne doit pas y avoir une grande différence dans l'épaisseur de celles qui composent une fournée ; car, par exemple, si on y en mettoit d'un pouce d'épaisseur tandis que les autres n'auroient que 6 lignes, celles-ci seroient tout-à-fait converties en acier, lorsqu'il resteroit encore 6 lignes de fer au centre des autres, ce qui doit être entendu. Le plus communément on donne 6 à 7 lignes d'épaisseur aux barres de fer, enfin plus ou moins, suivant les dimensions que l'on veut qu'elles aient après leur cémentation & après avoir été étirées au martinet ; l'on ne conseille pas non plus de leur donner une grande largeur relativement à leur épaisseur, car en passant au martinet, elles sont plus sujettes à recevoir des gersures & des filamens, suivant la longueur des barreaux d'acier. Des barres de fer de 7 lignes d'épaisseur peuvent pourtant avoir de 15 à 18 lignes de largeur. L'on peut aussi mettre dans la caisse des barres de fer quarrées.

Deux hommes sont en état, dans leur journée, de préparer la matière du cément & de l'arranger avec le fer dans le creuset du fourneau ; ils peuvent même le faire dans le fourneau anglois à deux caisses.

Après avoir fini d'arranger les matières dans les creusets, l'on maçonne en briques & terre les ouvertures des bouts du fourneau qui servent à y introduire les matières (*voyez* les dessins & explications des deux différens fourneaux) ; l'on a soin d'y laisser un petit trou d'environ 2 pouces pour voir ce qui se passe dans le fourneau, & que l'on bouche avec une brique & un morceau de terre cuite ; l'on bouche pareillement les deux ouvertures qui servent à sortir les éprouvettes.

Toutes ces dispositions étant faites, l'on allume le feu dans les chauffes du fourneau, on l'y entretient très-vif jusqu'à ce que le fer soit converti en acier (entièrement), ce qui a lieu le cinquième, ou au plus le sixième jour, mais le plus communément après cinq fois vingt-quatre heures d'un feu soutenu, sur-tout si le bois ou le charbon de terre qu'on y

emploie, sont de bonne qualité ; en conséquence l'on conseille de sortir l'une des éprouvettes le cinquième jour, de la faire forger & tremper ; si elle casse net & qu'elle ne présente aucune partie de fer, l'on cesse le feu au fourneau. Mais si elle en contient encore, l'on continue le feu pendant 12 ou 24 heures, suivant que l'on aura trouvé plus ou moins de nerf au fer dans la première éprouvette : alors l'on sort la seconde que l'on fait aussi forger, tremper & casser ; si l'on n'y apperçoit plus le fer, l'on fait cesser le feu ; s'il y en a encore un peu, l'on continue le temps nécessaire à l'entière conversion, & même un peu au-delà, car il n'y a pas d'inconvénient à chauffer plus que ne l'exige le fer pour son entière conversion, & il y en a beaucoup à y laisser du fer, à moins que l'on ne voulût en faire un acier doux qu'on nomme *étoffe*.

L'on reconnoit aussi que le fer est converti, à l'affaissement du sable, car alors le dos-d'âne qu'il formoit, est descendu à peu près au niveau des bords supérieurs du creuset.

Si l'on emploie, dans les deux chauffes de mon fourneau, du bois bien sec & refendu en petits morceaux de quelques pouces de grosseur, & que l'on en mette de manière qu'il y en ait toujours jusqu'au haut des petits arceaux, l'on aura une très-grande chaleur, dont l'intensité sera capable de rendre l'intérieur du fourneau d'une blancheur éblouissante, & de faire fondre les briques, si elles ne sont pas de la terre la plus réfractaire. D'où il résulte de très-grands inconvéniens ; 1°. celui de refaire à neuf les arceaux qui portent la caisse, la caisse elle-même, & de réparer la chemise du fourneau ; 2°. celui de faire fondre une partie de l'acier, car les crevasses qui, dans cette circonstance, se forment à la caisse, font brûler le cément, & l'acier se trouvant à nud, entre en fusion. Afin d'éviter ces pertes, il ne faut employer à la construction intérieure du fourneau, que des matériaux les plus réfractaires ; les Anglois se servent avec avantage de grès, ou même de granite, pour faire leurs caisses ou creusets.

Si l'on s'apperçoit que les arceaux commencent à fondre, l'on diminue un peu la chaleur en mettant moins de bois dans les chauffes, & même en avançant un peu les briques qui servent de registres ; ces briques, en interceptant une partie du passage de la flamme, font ralentir la chaleur, il faut néanmoins un feu soutenu assez vivement, pour qu'en cinq fois vingt-quatre heures douze milliers d'acier soient bien convertis; car si le feu étoit médiocre, il faudroit beaucoup plus de temps, & la consommation du combustible seroit plus grande : deux hommes, qui se relaient alternativement, suffisent pour chauffer le fourneau de cémentation, sur-tout quand ils ont le bois ou le charbon à proximité.

L'on croit devoir avertir ici qu'il faut, outre l'attention de mettre souvent du bois dans les deux chauffes, en sortir les braises toutes les deux heures ; car, comme elles rempliroient les chauffes, elles empêcheroient la flamme de s'alonger dans l'intérieur du fourneau, ce qui diminueroit la chaleur.

La manière avec laquelle ce fourneau attire la flamme, & avec bruit, est étonnante; lorsque son intérieur est rouge, il ne paroît plus de fumée par le haut de la cheminée, mais la flamme y passe, & se termine en pyramide au dessus de la cheminée.

Quoique les chauffes soient à l'extérieur du fourneau, la flamme, ni la fumée ne s'élèvent point au dessus du bois contenu dans les chauffes, mais sont vigoureusement poussées par le poids de l'athmosphère dans la voie de la flamme, ensorte que les ouvriers ne sont point incommodés par la chaleur, ils peuvent même poser la main sur le bois des chauffes sans en ressentir. La braise que l'on retire du fourneau étant étouffée, peut servir à la composition du cément, alors l'on ne conseilleroit pas d'y ajouter beaucoup de cendres, car ces braises en contiennent déjà, d'ailleurs elles ont perdu, par le grand courant de la flamme, une partie de leur phlogistique.

Lorsqu'on a cessé le feu au fourneau de cémentation, on en ouvre toutes les issues, l'on démolit les murs en briques des portes des extrêmités, & cela afin d'en opérer le plutôt possible le refroidissement; malgré cela, il lui faut encore sept à huit jours avant que l'on puisse y entrer, à l'effet d'en sortir les barres d'acier, l'on ne retire jamais de chaudes que les éprouvettes. L'ouvrier qui a mis le fer dans la caisse, fait passer l'acier par les portes des bouts du fourneau, il est reçu par un homme qui est au dehors. L'acier en cet état est très-cassant ; si on en laisse tomber une barre sur le pavé, elle se brise communément en plusieurs bouts, & il présente dans sa cassure de grandes facettes transversales, de couleur cendrée, enfin ressemblant beaucoup à la fonte blanche ou au zinc. Ce qu'il y a de bien étonnant, c'est que le fer le plus nerveux se trouve aussi bien en cet état après la cémentation, que du fer cassant & à grandes lames spéculaires : sans doute que le phlogistique, en s'insinuant dans les pores du fer, en désunit les parties, & en rompt transversalement les fibres longitudinales, je croirois aussi qu'en même temps que la chaleur porte du phlogistique dans l'intérieur des barres, il s'en dissipe, par les mêmes voies, des parties hétérogènes au fer, & singuliérement du zinc : plusieurs circonstances me le font présumer. 1°. Si on examine les barres cémentées, l'on y voit beaucoup de boursoufflures à sa surface, les unes plus grosses que les autres. Les plus grosses, qui le sont quelquefois plus que des pois & de grosses fèves, sont creuses, & ont à leur sommet une petite ouverture; sans doute que c'est par ces ampoules & ouvertures que le zinc s'est évaporé. 2°. Ce qui me fortifie dans cette opinion, c'est que j'ai remarqué que, quand on tire les éprouvettes, il tombe un peu de cément, que ce cément est très-brillant, étincelle, fume & semble se brûler à la manière du zinc. 3°. Ce qui peut faire encore présumer que c'est ce demi-métal qui en sort, c'est que l'on sait qu'il vicie le fer, & que celui qui a été cémenté, & qui n'est pas encore tout-à-fait

converti en acier, présente le fer le plus doux & le plus nerveux, quand même le fer que l'on a soumis à cette opération, auroit été cassant. Ces remarques pourroient conduire à quelques découvertes utiles à perfectionner le fer & l'acier les plus défectueux. Malgré l'émanation ou dissipation des parties hétérogènes pendant la cémentation, j'ai toujours trouvé mon poids. Il faut donc que les parties étrangères qui s'évaporent, soient remplacées par d'autres: dirons-nous que ce sont des parties ignées ou le phlogistique? Pensera-t-on que le fer a subi une espèce de calcination qui a pu augmenter son poids à peu près dans la même proportion des substances évaporées? Cela n'est pas vraisemblable, puisque, au lieu d'avoir enlevé du phlogistique au fer, la cémentation lui en a fourni de nouveau, or la présence du phlogistique met obstacle à la réduction des métaux en chaux.

Tout le monde sait que le charbon ne se réduit point en cendres dans les vaisseaux fermés, même à la chaleur la plus violente & la plus long-temps continuée; nous en avons une preuve bien convaincante dans le procédé que nous venons de décrire, car lorsqu'on retire l'acier cémenté de la caisse, l'on y trouve le charbon dans le même état où il étoit en l'y mettant & aussi noir. J'ai voulu m'assurer si ce cément pouvoit servir une seconde fois, je l'ai humecté de nouveau, & l'ai mis au fourneau avec du fer, je me suis apperçu qu'il falloit plus de temps pour faire l'acier cette seconde fois que la première, ce qui doit être, à cause du phlogistique qu'il a perdu dans la première opération, ainsi je ne conseille pas de l'employer.

Il se fait un très-petit commerce de l'acier boursoufflé, car outre que les marchands le prendroient pour du mauvais fer cassant, il est rare de trouver des ouvriers qui sachent l'employer avant d'avoir été passé au martinet, opération que nous allons décrire.

Comme l'acier cémenté est beaucoup plus dur que le fer, & que chaque percussion du marteau n'y fait pas grande impression, il faut des martinets qui aient le plus de vitesse possible afin de gagner par la vitesse, ce qu'on perd par la dureté de l'acier, & si l'on veut faire de l'acier aussi bien forgé que celui d'Angleterre, que l'on appelle à Paris *acier fondu*, il faut que les tables des martinets & des enclumes soient de bon acier & bien polies.

L'on conseille d'avoir deux martinets, l'un du poids d'environ 150 livres, & l'autre de la moitié de ce poids; la même roue peut les faire aller tous les deux. Le gros marteau sera destiné à forger les plus grosses barres d'acier & à les réduire en barreaux du plus gros échantillon; le petit martinet servira à forger en petites barres unies l'acier pour les couteliers; l'on peut aussi, par le même arbre, faire aller un petit marteau d'une douzaine de livres pour forger de très-petits barreaux d'acier pour burins, petites limes, &c. mais ces martinets doivent donner au moins 300 coups par minute. Cet acier se chauffe vis-à-vis la tuyère d'un soufflet de bois ou de cuir qu'il est bon de faire mouvoir par l'eau afin de ménager la main-d'œuvre. L'on met du charbon de bois ou de terre sur le foyer, l'on y place cinq ou six barres d'acier boursoufflé que l'on a cassé en bouts d'environ deux pieds de longueur; lorsque la barre la plus près de la tuyère est couleur de cerise, on la porte au martinet où l'on en étire un bout auquel, si l'on veut, on donne les dimensions requises dès cette première chaude; on remet la barre au feu pour chauffer & forger une autre partie, tandis qu'elle chauffe l'on forge les autres, de sorte que le martinet peut aller sans interruption.

Lorsque le chauffeur & le martineur s'entendent, le premier doit avoir la plus grande attention de ne pas laisser brûler ni griller son acier; il ne faut pas même qu'il lui donne dans cette première chaude assez de chaleur pour pouvoir être soudé. A mesure qu'il y a des barres qui ont acquis le degré de chaleur convenable, il les porte sous le marteau, le martineur les saisit & les façonne, l'on ne trempe point cet acier, on le présente dans le commerce tel qu'il sort du martinet. Si l'on trempe un de ces barreaux d'acier & qu'on le casse, l'on verra que les gros grains à facettes larges qu'il avoit avant cette opération, sont devenus très-petits & très-serrés, enforte qu'il ressemble, pour la finesse, au bon acier d'Allemagne, sur-tout si on ne lui a pas donné trop de chaleur; le meilleur degré est la couleur de cerise, même un peu rembrunie; si on le trempe trop chaud, le grain n'en est pas aussi fin, & ce qu'il y a de singulier, il a moins de dureté que lorsqu'il est trempé plus froid: les artistes qui emploient de l'acier fait par cémentation, doivent avoir cette attention & celle de lui donner beaucoup de recuit.

Il s'en trouve qui fait la rose dans sa cassure, mais il n'en est pas meilleur; cette rose ou tache n'étant que le produit de l'eau qui, en le trempant, s'insinue dans de petites gersures tranversales qui se font en forgeant les barreaux.

Le déchet de l'acier boursoufflé en passant au martinet, n'est communément que de cinq à six pour cent, si on ne le chauffe pas trop.

Lorsque les Anglois veulent faire de l'acier semblable à celui d'Allemagne, ils procèdent comme il suit.

Ils prennent de l'acier tel qu'il sort du fourneau de cémentation, ils en forment une trousse de dix à douze barres; on chauffe cette trousse au feu de charbon de terre; de temps en temps l'on jette dessus de l'argille sèche pulvérisée, ce qui concentre la chaleur & empêche la dissipation du phlogistique; l'on a reconnu que l'argille est préférable au sable, lorsqu'il s'agit de forger l'acier, & que le sable vaut mieux pour le fer.

Lorsque la trousse a acquis le degré de chaleur convenable pour pouvoir se souder, on la porte sur

l'enclume, on fait agir le marteau & on l'étire en barreaux dans les proportions demandées, car ils ne font de celui-ci que par commission. L'on conçoit que cet acier éprouve beaucoup plus de déchet par cette opération que par le précédent procédé & qu'il coûte plus de fabrication. Les Anglois suivent en cela la méthode en usage en Styrie lorsqu'on veut y faire de l'acier superfin.

Certains forgerons d'Angleterre font cémenter une seconde fois l'acier qu'ils ont fabriqué à l'instar de celui d'Allemangne, & le forgent ensuite en trousse comme la première fois, mais ils observent de ne chauffer cet acier au feu de forge qu'avec du charbon de bois.

Les Anglois fabriquent en outre de l'*acier fondu*; pour cet effet ils remplissent un creuset, d'environ 10 pouces de haut & 7 de diamètre, avec des bouts d'acier boursoufflé & rognures d'ouvrages en acier; ils y ajoutent un flux dont ils font mystère: l'on place ce creuset sur sa tourte dans un fourneau à vent semblable à ceux dont on fait usage pour le laiton, mais plus petit, puisqu'on n'y place qu'un creuset, ce fourneau est surmonté d'une cheminée qui le fait tirer davantage; on le chauffe avec du charbon de terre réduit en *coaks* dont on entoure le creuset, l'on en remplit entièrement le fourneau; ce fourneau est cinq heures en feu avant que l'acier soit parfaitement fondu, l'on verse cet acier dans des moules quarrés longs, il y en a d'octogones, ils sont composés de deux pièces de fer coulé qui s'adaptent exactement l'une contre l'autre; les lingots, au sortir des moules, ressemblent à du fer de gueuse; l'on étend cet acier au marteau comme l'acier boursoufflé, en observant seulement de le chauffer encore moins & avec plus de précaution, parce qu'il se briseroit.

L'objet de cette opération est de rapprocher les parties constituantes de l'acier, & d'en détruire les pailles & soufflures qui existent communément dans tout autre acier.

Cet acier fondu, outre qu'il est cher par son procédé dispendieux, n'est pas propre à tous les ouvrages, sur-tout à ceux qui, avec la dureté, exigent une grande tenacité, afin de résister aux efforts & aux chocs les plus violens; mais il est bon pour les rasoirs, les canifs, & principalement à faire des chaines de montre, & généralement tous les bijoux & autres ouvrages auxquels l'on veut donner le plus beau poli; au reste cet acier n'étant pas d'un usage bien général, il s'en fait peu de consommation.

En faisant des essais l'on peut, ainsi que les Anglois, parvenir à faire de l'acier fondu.

EXPLICATION des Planches de deux fourneaux servant à la conversion du fer en acier par la cémentation.

PLANCHE Ire. (*Métallurgie*).

Cette planche représente le dessin du grand fourneau dont les Anglois se servent pour convertir le fer en acier.

LA *première figure* ABCD est le plan ou coupe horizontale de ce fourneau, au niveau du fond des caisses ou creusets.

EF la grille de fer sur laquelle on met d'autres barres pour contenir le charbon de terre.

G petits murs sur lesquels sont construits les deux caisses ou creusets.

H passage de la flamme entre les susdits petits murs, qui doit en même temps circuler dans tout le pourtour des creusets.

La *deuxième figure* ABCD est le plan ou coupe horizontale au niveau de la partie supérieure des caisses ou creusets.

EE les deux creusets dans lesquels on met le fer pour être cémenté.

F cinq murs en arceaux qui traversent la grille de la chauffe, & qui servent à empêcher l'écartement des parois des creusets.

H les différentes ouvertures par où sort la flamme de dessous & des côtés des caisses.

I les quatre ouvertures pour les cheminées des angles, par lesquelles la flamme entre avant que de se rendre auxdites cheminées.

K quatre autres ouvertures servant au passage de la flamme qui se rend dans les quatre autres cheminées; on bouche leurs ouvertures extérieures L pendant l'opération, après laquelle on les ouvre pour accélérer le refroidissement du fourneau.

La *troisième figure* est la coupe du fourneau sur la ligne AC de la figure première.

C vue d'un côté long du creuset.

D soupiraux ou passage de la flamme au dessous du creuset.

E les cinq murs en arcs qui soutiennent les parois des caisses.

FH la grille composée de neuf barreaux de fer qui traversent la chauffe, & qui servent à en recevoir d'autres placées longitudinalement à l'effet de contenir le charbon.

IK le cendrier.

L l'escalier pour descendre dans le cendrier.

MM deux cheminées des extrémités du fourneau, dont les conduits sont ponctués.

NN deux autres cheminées *idem* des angles.

PP deux ouvertures qui servent à refroidir le fourneau.

Q la cheminée principale qui renferme les huit autres.

R la porte pour entrer sous cette cheminée principale, & qui doit être bouchée en briques pendant l'opération.

La *quatrième figure* est la coupe sur la ligne AB du plan (*figure 2*). On ne l'a pas prise exactement sur le milieu, afin de pouvoir exprimer les soupiraux.

CD la coupe en travers des deux creusets.

E deux des soupiraux au dessous des creusets.

FF les soupiraux à côté des creusets par où ressort la flamme.

H un des arcs avec un petit mur fait sur la grille pour le soutien des parois des caisses.

I la grille.

K le cendrier.

LL les ouvertures pour les deux cheminées du fond, dont on a ponctué les conduits.

MM les deux cheminées des angles du fond.

N la grande cheminée principale.

La *cinquième figure* est l'élévation ou perspective du même fourneau, faite sur la largeur.

C la grille.

D ouverture que l'on maçonne en partie lorsqu'on veut mettre le feu au fourneau; on n'y laisse que celle nécessaire à l'introduction du charbon de terre sur la grille.

EE deux des ouvertures par lesquelles on entre les barres de fer & l'on sort celles d'acier, qui, comme on l'a observé, sont bouchées extérieurement pendant l'opération.

F la porte pour entrer sous la cheminée principale, qui doit aussi être fermée durant l'opération.

PLANCHE II (*Métallurgie*).

Cette planche représente un fourneau à cémenter l'acier lorsqu'on se sert de bois pour le chauffer.

La *première figure* est le plan de ce fourneau à la naissance des arceaux qui portent le creuset.

A l'un des murs du bâtiment contre lequel le fourneau est adossé.

BB les deux gros murs des côtés du fourneau.

CC les deux murs en briques servant de doublure au fourneau.

DD espaces de deux pouces entre les deux susdits murs & les gros murs, que l'on remplit de gros sable, qui, en soutenant la doublure, facilite l'évaporation de l'humidité.

EE deux petites retraites pour empêcher les arceaux de glisser.

F la voie de la flamme.

GG les deux chauffes.

HH deux ouvertures par lesquelles l'on sort les braises des chauffes.

La *deuxième figure* est un autre plan du fourneau, vu à la hauteur de la partie supérieure du creuset ou caisse à cémenter.

A l'un des murs du bâtiment.

BB les deux gros murs du fourneau.

CC la doublure.

DD le sable pour la sortie de l'humidité.

E la caisse ou creuset construit soit en pierres taillées, soit en briques; il faut qu'elles soient bien jointes avec de la terre & que le tout soit de substances les plus réfractaires, afin de résister à la violence de la chaleur.

F vingt-deux soupiraux tout autour du creuset, dont trois à chaque bout, par lesquels la flamme passe continuellement, afin de chauffer le creuset également dans toutes ses parties.

G petits murs qui s'élèvent à la hauteur de la caisse & qui en empêchent l'écartement; les 9 de chaque côté sont construits sur l'extrêmité des arceaux, dont les espaces C marquent l'épaisseur; il faut donner aux petits murs moins d'épaisseur que ne le porte la figure, afin de donner plus de largeur aux soupiraux.

HH deux petits trous à la caisse pour placer les deux barres de fer servant d'éprouvettes.

II deux trous correspondans aux deux précédens, & qui traversent les murs des bouts du fourneau; c'est par ces trous que l'on saisit avec une tenaille les éprouvettes pour les sortir du creuset.

LL les deux chauffes où l'on place le bois suivant sa longueur.

M canaux d'évaporation.

La *troisième figure* est la coupe en long du fourneau, suivant la ligne anguleuse *ab* de la figure 4.

AA murs des extrêmités du fourneau.

BB deux portes pour y entrer & qui sont maçonnées pendant l'opération; l'on conseille, pour plus grande solidité, qu'elles soient faites de fer fondu.

C la voûte du fourneau.

D le creuset de cémentation.

EE les deux petits trous pour placer les éprouvettes.

FF les deux ouvertures correspondantes, par lesquelles l'on sort ces éprouvettes.

G la coupe des neuf arceaux qui portent le creuset; si l'on a des pierres réfractaires, il convient mieux de les y employer, que des briques qui font toujours une retraite.

H l'entre-deux des arceaux servant de passage à la flamme.

II passages de la flamme aux deux bouts du fourneau.

KK les deux arceaux des extrêmités du fourneau qui, vers son intérieur, sont en plein ceintre, comme les autres, & surbaissés du côté de la chauffe à cause de l'embrasure (*voyez la figure première*).

LL

LL les deux chauffes.

MM les trous pour en sortir les braises.

N cinq petites cheminées qui traversent la voûte du fourneau, & qui vont obliquement se rendre dans la grande cheminée.

O cette grande cheminée, qui doit avoir au moins trente pieds d'élévation au dessus du rez-de-chaussée.

PP mur du bâtiment portant la cheminée.

Q couche de gravier, qui, de la naissance des arceaux, va en pente jusqu'aux chauffes.

La *quatrième figure* est la coupe en travers du fourneau.

A mur du bâtiment.

BB gros murs du fourneau.

CC la doublure.

D la voûte.

E l'une des portes du fourneau avec son chassis de fer.

F la caisse ou creuset.

GG les passages de la flamme entre la caisse & la doublure.

H la voie de la flamme.

I l'un des arceaux qui supporte la caisse.

L le sable pour la sortie de l'humidité.

M l'une des petites cheminées qui vont se rendre dans la grande.

N cette grande cheminée.

O trou qui sert à nettoyer la partie inférieure de la cheminée & qui se bouche.

P brique servant de registre pour régler la chaleur du fourneau.

Q six soupiraux pour l'évaporation de l'humidité.

ACRE. Nous avons vu que les saveurs étoient au moins des indices de la composition & des propriétés des corps, & que ces signes deviendroient moins équivoques à mesure que l'on perfectionneroit l'analyse. La sensation que produit l'âcre ou l'âcreté, mérite sous ce point de vue l'attention des Chymistes.

Suivant *Paracelse*, l'âcre est une des quatre saveurs principales que l'on distingue dans les plantes, il l'attribuoit à un sel; les exemples qu'il en donne sont le gingembre, le poivre, le zedoaire, la canelle. M. *Durande*, dans ses élémens de Botanique, indique encore parmi les plantes âcres l'arum, le pyrètre, les tithymales, l'euphorbe, le boucage, la rue, la moutarde, le raifort sauvage, le cochléaria, l'ail, le porreau, l'oignon & la scille.

On peut juger par ces objets de comparaison, qui sont des guides plus sûrs que les meilleures définitions, que l'âcre ne doit pas s'entendre de tout ce qui est piquant, mordicant & d'un goût désagréable, mais de ce qui porte en même temps une sensation brûlante, à peu près comme les caustiques, & qui laisse de l'ardeur & de l'irritation. Les âcres, dit M. Durande, ont d'abord peu de saveur, mais après un peu de temps ils brûlent la bouche. *Voyez* SAVEUR. On a observé que les plantes qui croissent dans des endroits marécageux, sont naturellement plus âcres.

M. Malouin n'étoit pas éloigné de croire que l'âcreté vient des sels, il dit même que *tout excès & toute dépravation de salure fait l'âcre . . . qu'il y a des âcres aigres, des âcres alkalins & des âcres moyens . . . . & qu'on peut les éprouver pour en connoître l'espèce comme on éprouve les sels.* On seroit tenté de conclure de là que ce Médecin admettoit en effet des sels particuliers & distincts des autres sels connus, quoiqu'ils eussent avec eux des caractères communs; mais je ne sache pas qu'il ait seulement entrepris de les séparer par l'analyse.

Si les sels qu'on retire des substances âcres ne produisent pas par eux-mêmes cette saveur lorsqu'ils sont purs, il suit que cette propriété ne leur appartient pas comme tels, mais à une matière plus composée, soit qu'ils en fassent, ou non, partie. Plusieurs observations confirment cette conséquence, & annoncent que le principe âcre réside au moins autant dans une huile essentielle, ou même dans une résine.

On lit dans l'ancienne Encyclopédie, au mot *acrimonie*, que si on dépouille le poivre de son huile essentielle, & cette huile essentielle de son esprit recteur, le reste est fade, & ce reste est une si grande partie du tout, qu'à peine l'analyse donne-t-elle quelques grains d'âcre sur une livre de poivre; d'où l'Auteur conclut que ce qui est âcre dans les aromatiques, est un esprit & un esprit fort subtil.

On a observé que la partie la plus âcre des cantharides, cette espèce de cire verte dont dépendent leurs vertus, étoit précisément où résidoit leur principe odorant. (*De Fourcroy, 70e. leçon.*)

M. Buquet avoit reconnu que les sucs des racines d'arum, de Brionne, perdoient leurs vertus très-promptement, quelques précautions que l'on prît, même en les tenant sous l'huile; & il en rendoit raison en disant qu'ils devoient la plus grande partie de leur effet à une portion de matière résineuse qui, n'étant pas dissoluble dans l'eau, se séparoit d'elle-même & se précipitoit (*règne végét. ch. I. art. 2.*). La trituration dans l'eau, & même quelquefois la simple dessication, suffisent pour dépouiller un végétal de son âcreté, de ses propriétés vireuses, comme le remarque M. Lorry (*Mém. de la Soc. R. de Méd. ann. 1778, pag. 175.*). Une plante sèche devient par-là quelquefois préférable à une plante fraîche; les effets de la digitale pourprée dans ces deux états en ont fourni tout récemment une nouvelle preuve. (*Journ. de Méd. de Londres, trad. par M. Masuyer, ann. 1785, p. 59.*)

Il seroit sans doute très-important de savoir qu'est-ce qui constitue l'âcre, soit dans le végétal, soit dans l'animal; s'il est essentiellement le même & ne se modifie que par la nature des véhicules aromatiques, huileux, extractifs, &c. si ce n'est dans le corps vivant, comme le pensent quelques Médecins, que l'effet de l'épaississement des humeurs, &, pour ainsi dire, de la concentration de la matière active, ou s'il

n'y a pas au contraire composition nouvelle par dégénérescence ou altération spontanée; mais en général on n'a pas même encore rassemblé les faits qui pourroient fonder des conjectures, ou du moins servir à diriger sur ce sujet un travail utile. Boerhaave a commencé à diviser & à classer les effets nécessaires des acrimonies, c'est toujours cela de connu, dit le célèbre Lorry (*ibid. p. 192.*). *Voyez* ANALYSE.

ACTION. L'action est en Chymie la tendance d'un corps à s'unir avec un autre ou avec quelques-unes de ses parties. La plupart des anciens Chymistes distinguoient les principes chymiques des corps en principes *actifs* & principes *passifs*. Les principes *actifs* étoient, suivant eux, l'esprit, l'huile, le sel; & ils regardoient comme principes *passifs* l'eau & la terre. Cette distinction n'avoit aucun fondement, car quand on ne jugeroit avec eux de l'action que par des effets sensibles, elle seroit encore une force purement relative, le même principe devenant *actif* dans certaines circonstances & *passif* dans d'autres; mais il est bien certain que l'action est réciproque dans le dissolvant & dans le corps à dissoudre. *Voyez* DISSOLUTION. Ainsi quand on dit que telle substance a de l'action sur telle autre, ce n'est qu'une façon de parler qui n'est jamais rigoureusement exacte, qui n'acquiert quelque vérité qu'autant que l'on désigne comme la substance active, celle qui est actuellement dans l'état de fluidité, sans lequel tous les corps restent comme s'ils étoient respectivement *passifs*. En restreignant de cette manière la valeur de ces expressions, Homberg pouvoit être fondé à n'admettre qu'un seul principe *actif*, qui étoit le feu, puisqu'il est très-vraisemblable qu'il est la cause de toute fluidité.

Maintenant que l'on sait que les phénomènes chymiques dépendent de l'attraction, il n'est plus possible de douter que la puissance qui est la cause première de cette action réciproque des corps les uns sur les autres, ne soit toujours subsistante, lors même qu'elle ne produit point de dissolution. C'en est assez pour avertir qu'en considérant cette action dans un sens absolu, on doit bien se garder de la restreindre aux substances qui opèrent des effets subits ou violens. L'action de quelques médicamens, par exemple, est quelquefois lente & insensible, elle présente peu d'effets extérieurs, dit le célèbre Lorry, cependant elle n'est rien moins qu'imaginaire. *Voyez* AFFINITÉ.

ADEPTES. C'est le nom que l'on donne à ceux qui s'occupent de l'art de transformer les métaux & de la recherche de la Médecine universelle. L'origine de ce nom est assez clairement indiquée dans Paracelse (*de Astronomiâ magnâ, lib. I.*). Il vient de ces mots *Philosophia adepta*, Philosophie acquise par la contemplation, qu'ils mettoient en opposition avec *Philosophia elementaris*, Philosophie enseignée ou transmise. Telle est, dit Paracelse, le caractère de cette Philosophie, qu'elle ne vient point de l'homme, mais du ciel, & qu'un homme ne peut pas plus la communiquer à un autre, que le papier sur lequel on a tracé des lettres, peut par lui-même en donner le sens. De là les sectateurs entousiastes de cette Philosophie se qualifièrent eux-mêmes *Philosophi adepti*, en appellant les autres *Philosophi terreni*. Vanhelmont a dit de même: *vocantur hi adepti quorum rector spiritus Dei est* (*de Magneticâ vuln. curat. n. 119.*).

Dans le principe, cette brillante épithète s'appliquoit à plus d'une science, puisque Paracelse fait mention expresse d'une Théologie adepte, d'une Géométrie adepte, d'une Médecine adepte, &c. Toutes ces sublimes distinctions sont tombées en oubli, ceux qui croient à la pierre philosophale sont seuls restés en possession du titre d'Adeptes, & s'ils s'en font encore honneur avec ceux qui sont entichés de la même folie, il est certain qu'ils le prendroient à injure par-tout ailleurs, tant cette secte est décriée. *Voyez* ALCHYMIE.

ADHÉRENCE, ADHÉSION. On entend communément par ces expressions la propriété qu'ont certains corps de s'attacher à d'autres corps, ou la force qui les y retient attachés. Ainsi l'eau adhère au doigt, ce qu'on appelle mouiller, le mercure adhère à l'or, &c. On confond assez souvent l'adhérence & la cohérence, & on dit en conséquence que les parties de l'eau adhèrent entre elles; mais dans les sciences physiques on ne peut être trop attentif à conserver aux termes consacrés leur sens propre, puisque sans cela ils deviennent équivoques & ne peuvent plus servir à caractériser un être différent de celui auquel ils ont été appliqués arbitrairement. Les langues ne sont déjà pas trop riches lorsqu'il s'agit de rendre raison de tous les phénomènes de la nature, pour laisser une seule & même idée en possession de plusieurs mots.

Nous distinguerons donc avec soin l'*adhésion* qui unit à un certain point deux corps non semblables, de la *cohésion* qui unit entre elles les parties d'un corps homogène ou devenu homogène par l'affinité des parties qui le composent. Il sera encore avantageux de distinguer dans quelques occasions l'adhérence même de l'adhésion, en considérant l'*adhérence* comme la faculté qu'il importe souvent de connoitre & d'estimer avant qu'elle ait produit son effet; en considérant l'*adhésion* comme la force qui oppose actuellement une certaine résistance à la désunion; *cohérence* & *cohésion* seront tout aussi susceptibles de recevoir des acceptions limitées, & il en résultera nécessairement plus de clarté dans le discours.

L'adhésion a lieu des corps solides aux corps solides, des solides aux fluides, & même aussi des fluides aux fluides. L'expérience très-ancienne des deux marbres polis fournit un exemple du premier cas, & le Docteur Desagulliers a observé que deux globes de crystal, dans un contact d'un 10e de pouce de diamètre, adhéroient avec une force de 19 onces. La suspension de l'eau au dessus de son niveau dans les tuyaux capillaires, ou entre deux verres plans,

est l'effet d'une adhésion du second genre. MM. de la Grange & Cigna ayant posé sur l'eau un verre plan enduit d'une couche d'huile, ont reconnu qu'il falloit un poids considérable pour séparer ce verre de l'eau (*Journ. phys. introd. tom. II. p. 472.*); voilà bien l'adhésion des deux fluides.

§. I. *De la cause de l'adhésion.*

Les Physiciens n'ont pas toujours été d'accord sur la cause de l'adhésion. *Jacques Bernoulli*, dans sa dissertation publiée en 1682 sur la pesanteur de l'air, enseignoit encore que la résistance que les deux marbres polis opposoient à leur séparation, n'étoit due qu'à la pression de l'athmosphère; & il fondoit cette explication sur un fait qu'il n'avoit probablement pas vérifié lui-même, qui étoit que ces deux marbres se séparoient aisément dans le vuide.

Le Docteur *Brook Taylor* ayant observé, en 1713, l'ascension de l'eau entre deux verres plans, fit quelques expériences sur la force d'adhésion des surfaces, qui le mirent dans le cas de conclure que cette force pouvoit être déterminée par le poids qu'il falloit ajouter pour les séparer.

Cependant en 1772 les deux Savans que j'ai précédemment cités, MM. *de la Grange* & *Cigna*, partant de ce principe trop légèrement adopté par les Physiciens, qu'il y a répulsion entre l'eau & les corps huileux, imaginèrent que si l'huile & le suif adhéroient à l'eau, cette adhésion ne pouvoit venir que d'une cause étrangère à l'attraction, & s'étant assurés de la vérité de cette adhésion, ils en conclurent qu'elle étoit produite par la pression de l'air, & que la méthode du Docteur Taylor n'étoit pas fondée.

Ce fut là ce qui m'engagea à faire les expériences que je répétai le 12 Février 1773 en présence de l'Académie de Dijon (*Journ. phys. tom. I. pag. 172. & 460*), qui prouvèrent non-seulement que l'eau s'élevoit entre deux lames de suif rapprochées parallèlement à $\frac{1}{2}$ de ligne de distance, mais encore que la pression de l'air n'étoit pour rien dans ces phénomènes, & qu'ils étoient dus tout entiers à l'attraction; puisqu'un disque de glace polie de 30 lignes de diamètre, qui, étant suspendu au bras d'une balance & mis en contact avec du mercure, soutenoit un contrepoids de 9 gros & quelques grains, continua de le soutenir lorsque la balance fut portée sous le récipient de la machine pneumatique, & que le vuide y eut été fait jusqu'à faire descendre le mercure de la jauge presqu'au niveau.

J'avois observé dans le même temps, que le même disque de verre, mis en contact avec de l'eau pure, y adhéroit avec une force de 258 grains, tandis qu'il n'adhéroit à la dissolution de potasse, quoique plus dense, qu'avec une force de 210 grains; cette inégalité d'effets avec des diamètres égaux & dans un ordre inverse de celui que sembloient devoir établir les densités respectives, n'étoit pas moins décisive en faveur de la méthode du Docteur Taylor, mais elle me fit dès-lors entrevoir la possibilité d'appliquer cette méthode au calcul des affinités chymiques, par la raison que la force d'adhésion étant nécessairement proportionnelle aux points de contact, & la somme des points de contact ne pouvant varier dans l'adhésion d'un fluide à un solide, à égalité de surfaces, que par la figure même des parties constituantes, la différence des résultats nous indique précisément une cause analogue à celle qui produit l'affinité, & dont il devient facile dans ces circonstances de mesurer ou de comparer l'énergie.

Je conviendrai volontiers, avec le célèbre Kirwan, que cette méthode de calculer les affinités ne peut être généralisée, mais c'est un inconvénient attaché à la nature même de la chose; on ne peut contester qu'elle ne soit juste dans les cas auxquels elle s'applique, qu'elle ne donne alors à ces calculs une base peut-être plus sûre, ou du moins plus simple; que ses résultats ne puissent servir à assurer & rectifier des déterminations fondées sur d'autres principes; en un mot qu'elle fournit jusqu'à présent la preuve la plus complette de ces importantes vérités: que l'adhésion & l'affinité dépendent d'une même cause, qu'elles sont soumises aux mêmes loix, & qu'il n'y a entre elles de différence que celle qu'y met la figure des corps qui s'attirent, suivant qu'elle est disposée à augmenter ou diminuer le contact.

Il ne sera donc pas inutile de rapporter ici les preuves de la justesse de cette méthode; je les donnerai telles que je l'ai ai publiées en 1777 dans les élémens de Chymie de l'Académie de Dijon (*tom. I. pag. 63.*); je ferai connoître ensuite le travail de M. *Achard* sur ce sujet, les tables qu'il a dressées d'après les mêmes principes, & la formule qu'il a proposée pour en rendre l'application plus générale. Je terminerai cet article par le précis des observations de M. *Dutour* & du P. *Bésile*, tant sur mes expériences, que sur celles de l'Académicien de Berlin, que ces deux Physiciens ont répétées & variées pour déterminer avec précision la part que des causes étrangères peuvent avoir à l'effet.

§. II. *Des rapports d'affinité déterminés en nombres par les degrés d'adhésion.*

J'ai fait exécuter des plaques de différens métaux, parfaitement rondes, d'un pouce de diamètre, de même épaisseur, bien dressées sur le tour, & portant dans le milieu de l'une de leurs surfaces un petit anneau pour servir à les tenir suspendues par la ligne du centre de leur masse & de leur figure, j'ai eu soin de prendre ces métaux le plus purs qu'il étoit possible.

J'ai attaché, l'une après l'autre, toutes ces plaques au bras d'une balance d'essai; après les avoir mises en équilibre, en chargeant ou déchargeant, suivant qu'il étoit nécessaire, le bassin opposé, j'ai appliqué successivement chacune de ces plaques à la surface du mercure qui étoit dans une soucoupe environ 2 lignes au dessous, en faisant glisser c

ques sur le mercure, comme on le pratique dans l'étamage des glaces, pour qu'il ne reste point de bulles d'air ; & pour-lors j'ai déterminé avec précision la somme des poids qui étoit nécessaire pour rompre l'adhésion. Je n'ai pas besoin d'avertir que je changeois à chaque fois le mercure. Voici la table des résultats.

L'or *adhère au mercure avec une force de* 446 *grains.*

L'argent	429
L'étain	418
Le plomb	397
Le bismuth	372
Le zinc	204
Le cuivre	142
L'antimoine (*régule*)	126
Le fer	115
Le cobalt	8

Si l'on examine maintenant d'où peuvent provenir des différences aussi marquées, on est bientôt forcé de reconnoitre que la pression de l'air n'y a aucune part, puisqu'à cet égard les conditions sont absolument pareilles.

Elles ne dépendent pas des accidens du poli des surfaces ; une plaque de fer simplement dressée au burin adhère plus qu'une plaque de même diamètre qui a reçu le poli le plus vif, & nous verrons que cela doit être, parce qu'une surface raboteuse présente au fluide qui s'y applique, un plus grand développement.

Ces différences ne suivent pas les densités ; sans cela l'argent marcheroit après le plomb, le cobalt adhèreroit plus que le zinc, le fer plus que l'étain, &c. On peut dire que tout seroit renversé.

Quel est donc l'ordre auquel ces adhésions paroissent constamment assujetties ? C'est précisément l'ordre des affinités, ou la gradation de la plus ou moins grande dissolubilité des métaux par le mercure (*voyez* AMALGAME). L'or est celui que le mercure saisit le plus avidement, il se trouve le premier ; le mercure ne dissout ni le fer, ni le cobalt, ils sont placés aux derniers rangs.

Cette correspondance n'étant certainement pas l'ouvrage du hasard, les conséquences qui en naissent semblent faites pour porter le plus grand jour sur la théorie des phénomènes chymiques. On voit clairement qu'ils dépendent tous de cette propriété générale de la matière, que nous nommons attraction ; que cette propriété toujours la même, toujours soumise aux mêmes loix, produit des effets très-différens suivant les distances & les rapprochemens qu'occasionne la variété des formes élémentaires ; qu'il y a une adhésion quelconque par le contact de toute matière ; que l'adhésion est le premier effet ou, pour mieux dire, le premier instant de l'affinité ; que l'affinité n'est qu'une adhésion à un degré capable de produire dissolution ; en un mot qu'il est possible d'estimer les rapports d'affinités par les rapports d'adhésions. Nous pouvons dire, par exemple, dès à présent que les affinités qui tendent à unir le mercure avec l'or, avec l'argent, avec le zinc, avec le cuivre, &c. sont :: 446 : 429 : 204 : 142. &c.

En multipliant ces observations, je ne doute nullement qu'on ne puisse étendre cette méthode à bien d'autres cas, sinon pour en tirer des rapports numériques aussi constans, du moins, comme je l'ai dit, pour assurer d'autres résultats. Il y a encore bien loin du terme que l'on doit se proposer, qui est de découvrir les diverses figures des élémens qui constituent ces variétés d'adhésion & d'affinité, on ne peut donc réunir trop de moyens. Dans ce point de vue, c'est une chose très-intéressante à examiner, que la question de savoir si au premier instant l'adhésion des corps solubles dans les acides ne correspond pas à l'affinité qu'ils ont avec ces acides. On ne connoît encore que très-imparfaitement les affinités des métaux dans la fusion pour les alliages ; on pourroit peut-être parvenir à les déterminer en tenant le plus fusible en état de fluidité, & présentant les autres en forme de plaque solide à la surface du bain, comme je l'ai fait pour le mercure ; mais il faudroit avoir attention de saisir l'effet dans le premier instant, & sur-tout de ne pas laisser refroidir ces métaux pendant qu'ils se touchent ; car alors la force d'adhésion devient à peu près égale à la cohésion des parties métalliques homogènes, même avec les métaux qui se fondent sans s'allier, comme le fer & l'argent, le fer & le plomb, &c. (*voyez* ALLIAGE) : ce qui ne doit pas étonner, le contact devenant infiniment plus parfait par la facilité que les parties fluides ont à se mouler les unes sur les autres ; ou, pour mieux dire, le contact n'étant dans ces adhésions, comme le remarque l'illustre Bailly, qu'une plus grande proximité. (*Hist. de l'Astronom. mod. liv. 12. §. XI.*)

§. III. *Adhésions observées & calculées par M. Achard, dans les mêmes vues & par les mêmes principes.*

M. Achard, convaincu par mes expériences de l'exactitude de la méthode du Docteur Taylor, ne tarda pas à appercevoir aussi le parti que la Chymie en pouvoit tirer ; il examina le principe, multiplia les applications, & publia, en 1780, dans un recueil d'opuscules (*Chymisch-Physische schriften, p. 354*), le résultat d'un travail considérable que je me crois d'autant plus obligé de faire connoitre ici, que son mémoire n'a encore été imprimé qu'en allemand, & qu'il fournit déjà un grand nombre des observations que j'ai desirées, comme pouvant seules nous conduire à l'estimation des points de contact par l'adhésion, &, par le calcul des points de contact, à la détermination de la figure des parties qui se touchent & des affinités qui en résultent.

Le célèbre Académicien de Berlin insiste d'abord sur trois conditions essentielles pour la régularité de ces expériences. 1°. Que le corps solide dont on veut mesurer l'adhésion avec un fluide, soit bien suspendu par le point de centre, pour qu'il se tienne dans une position parfaitement horizontale, & que la force qu'on emploie à le détacher forme toujours un angle

droit avec le fluide. 2°. Qu'il ne reste point de bulle d'air interposée entre le solide & le fluide, ce qu'on apperçoit aisément avec les disques de verre, mais non avec des solides de matière opaque ; pour prévenir cet inconvénient, il n'a rien trouvé de mieux que de faire glisser, comme je l'ai dit, le disque solide sur le fluide. 3°. La dernière précaution que recommande M. Achard, est de n'ajouter les contrepoids, sur-tout vers la fin, que successivement & par petites parties, pour n'occasionner aucune secousse ; il a employé dans cette vue de petites lames de papier d'un quart de grain.

Il a voulu s'assurer ensuite si, la chaleur restant la même, les variations de pesanteur de la colonne de l'air, indiquées par l'élévation du mercure dans le baromètre, n'auroient pas quelqu'influence sur ces expériences, & il n'a trouvé aucune différence sensible dans la force d'adhésion d'un disque de verre avec l'eau distillée.

Il n'en a pas été de même lorsqu'il a opéré à différens degrés de chaleur, & à égale élévation du baromètre ; les résultats ont été différens, & cette différence ne venoit pas de la chaleur de l'air ambiant, mais de la chaleur qu'il avoit communiquée à l'eau. C'est ce dont il n'est pas possible de douter, puisqu'en répétant ces expériences à différentes températures, la force d'adhésion ne varie plus si l'eau est au même degré.

Quand les fluides sont plus froids, l'adhésion est plus forte, & la raison en est sensible, ils contiennent plus de matière sous le même volume, ils doivent présenter plus de points de contact dans le même espace, & puisque la force d'adhésion est proportionnelle à la somme des points de contact, elle doit augmenter quand les fluides sont plus condensés par le froid, diminuer quand ils sont plus raréfiés par la chaleur : c'est ce qui arrive constamment.

M. Achard ne s'est pas borné à observer ces variations de la force d'adhésion du verre à l'eau échauffée à différens degrés, il les a soumises au calcul pour assurer ses observations & en rendre l'application facile à tous les degrés ; je réunirai dans une seule table la comparaison de tous ces résultats, pour qu'on puisse juger au premier coup d'œil que les différences entre l'adhésion observée & l'adhésion calculée sont très-foibles, qu'elles sont tantôt en plus tantôt en moins, ce qui prouve qu'elles dépendent uniquement de quelques accidens ; mais auparavant il faut indiquer la base sur laquelle il a établi ce calcul.

Soit X le degré de chaleur de l'eau, l'adhésion correspondante Y, son coefficient *b*, & la force constante *a* ; on a l'équation $X = a - bY$.

Pour avoir les valeurs de *a* & de *b*, il s'est servi de deux observations ; l'une où l'eau, étant à 104 degrés de chaleur du thermomètre de Sulzer, a manifesté avec le verre une adhésion qui a été vaincue par un contrepoids de 80 grains ; l'autre, où l'eau étant à 56 degrés du même thermomètre, il a fallu 89 grains pour rompre l'adhésion.

Partant de ces deux termes, $104 = ab - 80\,b$
$56 = ab - 89\,b$

D'où l'on tire : $a = 530$
$b = -\frac{45}{9}$

Ainsi le rapport de la chaleur de l'eau avec son adhésion au verre peut être exprimée de cette manière : $X = 530 - \frac{45}{9}\,Y$. Et de là on déduit les valeurs correspondantes de X & de Y pour toutes les adhésions du verre à l'eau échauffée ou refroidie à différens degrés.

J'ai cru devoir joindre à la table suivante une colonne pour y rapporter les degrés du thermomètre de Réaumur qui correspondent aux degrés du thermomètre de Sulzer, qui est peu connu en France.

TABLE I. *De la force d'adhésion d'un disque de verre de 1 ½ pouce de diamètre, avec l'eau, à différentes températures, déterminée en grains, suivant l'expérience & suivant le calcul, avec la différence des résultats.*

Degrés de l'échelle de Réaum.	Degrés du thermom. de Sulzer.	Adhésion suivant l'expérience.	Adhésion trouvée par le calcul.	Différence de l'expérience au calcul.
		grains.	grains.	
48,71	95	81 ¼	81,55	— 0,30
46,15	90	82 ½	82,50	0,00
43,58	85	83 ¾	83,43	+ 0,34
41,02	80	84 ½	84,37	+ 0,13
38,46	75	85 ¾	85,31	+ 0,46
35,89	70	86	86,25	— 0,25
33,33	65	87 ¼	87,18	+ 0,07
30,76	60	88 ½	88,12	+ 0,38
27,56	55	89	89,06	— 0,06
25,64	50	90 ¼	90,00	+ 0,25
23,07	45	90 ¾	90,93	— 0,16
20,57	40	92	91,87	+ 0,13
17,94	35	92 ¾	92,81	— 0,04
15,38	30	93 ¾	93,75	+ 0,02
12,82	25	94 ½	94,68	— 0,18
10,25	20	95 ¾	95,62	+ 0,15
7,69	15	96 ¼	96,56	— 0,31
5,12	10	97 ½	97,50	0,00

La température étant supposée la même, si le principe est vrai, la force d'adhésion d'une matière donnée, avec l'eau, doit non-seulement augmenter ou diminuer suivant l'amplitude de la surface, mais encore ces différences doivent être comme les différences des surfaces.

Donc si on appelle P la force avec laquelle adhère à l'eau un disque de verre dont le diamètre est a, & y la force d'adhésion d'un disque de même matière dont le diamètre est b, on aura la proportion, $a^2 : b^2 :: p : y$; & $y = \frac{b^2 p}{a^2}$.

Pour vérifier la régularité de cette progression, soit avec l'eau, soit avec d'autres fluides, M. Achard a employé des disques de verre de glace depuis $1\frac{1}{2}$ pouce jusqu'à 7 pouces de diamètre, il a d'abord déterminé leur force d'adhésion avec ces fluides par la somme des grains qui ont été nécessaires pour la vaincre; il l'a ensuite cherchée par l'équation ci-dessus. La table suivante, où se trouvent rapprochés les résultats de l'observation & du calcul, lui ont démontré qu'il n'y avoit que de très-foibles différences & telles qu'elles procèdent toujours nécessairement des matières & des instrumens.

TABLE II. *De la force d'adhésion de plusieurs disques de verre, de diamètre différent, avec des fluides de nature différente, déterminée par l'expérience & par le calcul.*

Diamètre des disques.	Avec l'eau distillée.		Avec l'esprit de vin très-rectifié.		Avec l'alkali volatil.		Avec la dissolution de potasse.		Avec l'huile de térébenthine.		Avec l'huile de lin.	
pouces	expér. *grains.*	calcul *grains*	expér. *grains.*	calcul *grains*	expér. *grains.*	calcul *grains*	expér. *grains.*	calcul *grains*	expér. *grains.*	calcul *grains*	expér. *grains.*	calcul *grains*
1 ½	364		216		328		420		240		268	
1 ¾	494½	495	294¼	294	447	446	571	571	326½	326	363¼	364
2	647¼	647	384	384	582	583	746	746	425	426	475	476
2 ¼	818¾	819	457½	457	738	738	945	945	539	540	604	603
2 ½	1010	1011	600	600	912	911	1167	1166	667	666	744	744
2 ¾	1223½	1223	725	726	1103	1102	1410¾	1411	806	806	901	900
3	1457	1456	863¼	864	1311½	1312	1680½	1680	961	960	1072¼	1072
3 ¼	1709	1708	1015	1014	1538¼	1539	1970	1971	1126½	1126	1259	1258
3 ½	1981½	1982	1177	1176	1786	1785	2287	2286	1305¼	1306	1458½	1459
3 ¾	2257	2275	1350	1350	2049	2050	2624½	2625	1500	1500	1675¼	1675
4	2587	2588	1538	1536	2332	2332	2986	2986	1707	1706	1905	1905
5	4044	4044	2399	2400	3645	3644	4665	4666	2666	2666	2977	2977
6	5824½	5824	3455½	3456	5248¼	5248	6721	6720	3839¾	3840	4289¼	4288
7	7926¼	7927	4703	4704	7143	7143	9146	9146	5227	5226	5835¾	5836

Après avoir déterminé exactement l'influence de la chaleur & de la grandeur des surfaces, sur la force d'adhésion du verre avec différens fluides, M. Achard comprit qu'il ne seroit pas moins intéressant d'estimer aussi la force d'adhésion de plusieurs autres solides, soit avec les mêmes fluides, soit avec des fluides différens. Il a fait en conséquence une suite de 600 expériences avec des disques d'un égal diamètre, les fluides étant constamment à la même température de 32 degrés du thermomètre de Sulzer (ce qui répond à 16,41 de la division que nous nommons de Réaumur, ou de 80 degrés entre la glace & l'eau bouillante). Je recueillerai avec soin ces observations comme pouvant fournir quelques données pour le calcul des affinités; mais auparavant il faut examiner encore, avec le célèbre Académicien de Berlin, deux objections qui sembloient devoir laisser quelque incertitude sur les conséquences.

1°. On pourroit soupçonner que la pesanteur spécifique du fluide est la cause de ces variations de force d'adhésion avec le même solide; pour faire voir qu'il n'y a nulle proportion, nul rapport de cette cause à l'effet, il me suffira, en indiquant l'espèce du fluide, d'y joindre la note de sa pesanteur spécifique, telle qu'elle a été déterminée par M. Achard. On remarquera peut-être avec surprise qu'il n'ait trouvé à la dissolution d'acète de cuivre ou crystaux de Vénus, qu'une pesanteur égale à celle de l'eau; si ce n'est pas une faute d'impression, il faut que cette dissolution ait été très-peu chargée, & en même temps assez spiritueuse pour compenser l'accroissement de densité produit par le sel métallique; cette conjecture s'accorde avec les degrés d'adhésion indiqués dans la colonne de ce fluide, lesquels se trouvent assez constamment intermédiaires entre ceux de la colonne de l'eau pure, & ceux de la colonne de la dissolution acéteuse de plomb, qui est ici le fluide le plus analogue, & dont la densité se trouvoit bien plus considérable.

2°. M. Achard s'est demandé si la propriété que manifestent ces fluides d'adhérer plus ou moins avec les mêmes solides, ne dépendroit pas aussi de la cohésion des parties de ces fluides entre elles, & ne se trouveroit pas en proportion de la pesanteur spécifique & de cette cohésion. Voici comment il a procédé pour avoir la solution de cette difficulté.

Soit la force de cohésion des parties de l'eau entre elles $= 1000$.

Soit la cohésion des parties de tout autre fluide $= b$.

La force d'adhésion de l'eau avec un disque de verre $= c$.

La force d'adhésion de l'autre fluide avec le même disque de verre $= d$.

La pesanteur spécifique de l'eau $= m$.

Et la pesanteur spécifique de l'autre fluide $= n$.

En supposant que les forces d'adhésion dépendent de ces deux causes combinées, on peut établir cette proportion, $c : d :: 1000\ m : n b$.

Donc $b = \frac{100\ m d}{c n}$

Au moyen de cette équation, M. Achard a déterminé, comme il suit, les valeurs de *b* pour tous les fluides indiqués dans les tables IV, V & VI.

TABLE III. *Des valeurs de* b *comme exprimant la propriété qui fait varier les degrés d'adhésion aux divers fluides soumis à ces expériences.*

FLUIDES.	VALEURS de b.	FLUIDES.	VALEURS de b.
Eau.	1000	Dissolution d'acète de cuivre.	1054,9450
Acide vitriolique.	676,3568	Potasse en déliquescence.	843,1952
Acide nitreux.	849,0073	Esprit de sel ammoniac.	861,4278
Acide muriatique.	836,5602	Esprit empyr. de corne de cerf.	503,0374
Vinaigre distillé.	917,0437	Esprit de vin très-rectifié.	704,6703
Vinaigre concentré par la gelée.	937,5398	Essence d'anis.	759,8100
Esprit empyreum. de miel.	975,0655	Alcohol vitriolique.	722,4838
Esprit empyreum. de gayac.	907,0664	Alcohol nitreux.	738,0526
Esprit empyreum. de tartre.	856,8574	Huile de succin.	763,5792
Dissolut. de muriate calcaire.	903,3415	Huile de fenouil.	801,6038
Dissolut. de muriate alumineux.	996,3369	Huile d'anis.	812,8931
Dissolut. de nitre alumineux.	884,2921	Huile de térébenthine.	747,9086
Dissolut. de nitre magnésien.	826,8958	Huile d'amandes douces.	797,2607
Dissolut. nitreuse de plomb.	821,4736	Huile de graine de pavot.	793,7019
Dissolut. d'acète de plomb.	977,2041	Huile de lin.	793,7019

En comparant ces résultats du calcul, M. Achard s'est bientôt convaincu que cette propriété exprimée ici par *b* ne pouvoit s'appliquer à la cohésion des parties du fluide entre elles; car si *b* étoit la cohésion, il seroit plus grand pour les huiles grasses que ur l'eau; c'est ce qui n'arrive pas, le calcul donnant seulement 797 pour l'huile d'amandes douces, &c. tandis que l'eau est prise pour 1000. Quand on voudroit supposer que *b* répond au degré de fluidité (que l'on fait être en raison inverse de la cohésion) on n'y trouveroit pas plus d'accord, puisqu'alors *b* devroit être plus plus grand pour l'esprit de

de vin que pour l'eau, & il n'eſt réellement que :: 704 : 1000. D'où il ſuit que *b* ne peut exprimer qu'une propriété différente.

Voyons préſentement les forces d'adhéſion de vingt ſolides différens avec ces trente fluides, déterminées par expérience ; je les diſtribuerai en trois Tableaux, où j'obſerverai de rapprocher, autant qu'il ſera poſſible, les fluides analogues, pour qu'on puiſſe plus facilement en embraſſer le ſyſtème d'un coup d'œil, & comparer les réſultats.

TABLE IV. *De la force d'adhéſion de divers ſolides de 1 ½ pouce de diamètre avec l'eau, les acides & l'eſprit de vin, à 16, 41 degrés du Thermomètre de Réaumur, déterminée en grains.*

SOLIDES. — FLUIDES.	Eau diſtilée	Acide vitriolique.	Acide nitreux	Acide muriatique.	Vinaigre diſtillé.	Vinaig. concentré à la gelée.	Eſprit empyr. de miel.	Eſprit empyr. de gayac.	Eſprit empyr. de tartre.	Eſprit de vin.
Peſanteur ſpécifique	1000	1868,4	1190,8	1223,6	1000,6	1019,7	1296,0	993,4	1013,1	842,0
Verre de glace.	91	115	92	94	84	87	115	82	79	54
Cryſtal de montagne.	90	112	91	91¼	84	86	112½	81	77½	52
Jaſpe verd oriental.	96	120½	96¼	99	88½	91	122	85½	84	56½
Agathe griſe.	86½	110½	87	89	80	83	108¾	78	76	51
Lapis lazuli.	97	121¾	96¼	99¼	88¼	91½	123	86	85	59
Albâtre.	80	199¾	80	80¼	73	78	100	73¼	68¼	46½
Marbre rouge.	94									55
Ardoiſe.	101	128	130	164	94	97	125¼	90½	88	59
Nacre de perle.	91½									54½
Soufre.	96½	123	96¼	99	88½	92½	120½	85¼	82¼	58
Cire jaune.	97	120½	100	99¾	90	92¾	124	87	85	56½
Cire d'Eſpagne rouge.	92	114¾	94	95	83¾	89	116	82	78¾	52¾
Ivoire.	90	114	90	92	84	86	113	80	77½	52
Corne.	84	104¾	85	83¾	76¼	81	106	74½	73	48¾
Fer.	93½	116			85	88	119	83½	80¼	56
Cuivre.	96½	123			89	92	122	86	83	57¼
Etain.	94½				88	91	118¼	86	82	55½
Plomb.	100¼	129¼			91½	98	127¼	91	86¼	59
Laiton.	99	124½			91	96	126	88¼	85¾	59
Zinc.	96				89	90¼	121¼	87	84	57

TABLE V. *De la force d'adhésion des mêmes solides avec diverses substances salines fluides, à la même température, déterminée en grains.*

SOLIDES. / FLUIDES.	Dissol. de muriate calcaire	Dissol. de muriate alumin.	Dissol. de nitre alumin.	Dissol. de nitre magnés.	Dissol. de nitre de plomb.	Dissol. d'acète de plomb.	Dissol. d'acète de cuivre.	Potasse en déliquescence.	Esprit de sel ammoniac.	Esprit de corne de cerf.
Pesanteur spécifique	1289,4	1125,0	1230,0	1328,9	1203,9	1131,5	1000,0	1368,4	1046,0	1059,2
Verre de glace.	106	102	99	100	90	98	96	105	82	81
Cryſtal de montagne.	104	101	97	98½	89	98¾	95	103	80	79¼
Jaſpe verd oriental.	111	108	104¼	105	94	106	100¼	109¼	81	86
Agathe griſe.	101	182½	95	94	84½	95¼	92	100	77¼	77
Lapis lazuli.	111¾	109	104½	106¼	96	107½	101½	110½	87½	85½
Albâtre.	93½	90	88	88	78¾	87¼	85	93	71	70
Marbre rouge.								106¾	83¼	84
Ardoiſe.	116¾	114	109	110½	100	110½	106	106¾	90½	90
Nacre de perle.								105	83	80¼
Soufre.	112	107½	105	106¾	96	107	101½	110½	86	85
Cire jaune.	113	107¾	104	107	95¾	106½	103	111	88	86¼
Cire d'Eſpagne rouge.	106½	102¾	100½	102	91	101	95½	105¼	81½	81½
Ivoire.	105	101	97	97½	89½	100	94	104	80¾	81
Corne.	98	95	90½	98¼	84	91¼	89	97	76	75
Fer.						104	98¼	108	83½	82½
Cuivre.						106	102	112	87	87
Etain.						103½	100	108½	86	84¼
Plomb.						111	107	115	91½	90
Laiton.						110	103½	114	90	88
Zinc.						106¼	102	110	85¾	85½

TABLE VI. *De la force d'adhéſion des mêmes ſolides avec diverſes ſubſtances huileuſes, à la même température, déterminée en grains.*

SOLIDES. / FLUIDES.	Eſſence d'anis.	Alcohol vitrio-lique.	Alcohol nitreux	Huile de ſuccin.	Huile de fenouil.	Huile d'anis.	Huile de térében thine.	Huile d'aman-des douces.	Huile de pavot.	Huile de lin.
Peſanteur ſpécifique	875,0	828,9	848,6	921,0	973,6	986,8	881,5	907,8	927,6	927,6
Verre de glace.	60	54½	57	64	71	73	60	66	67	67
Cryſtal de montagne.	59	53	55	64	71	73¼	58½	66	65¾	66
Jaſpe verd oriental.	62½	56¾	60	66	75	78	62¼	69	70	70¼
Agathe griſe.	58	51	55	60	66½	70	57	63	63½	63
Lapis lazuli.	64	57	61	69	76	76½	63	69¾	71	71
Albâtre.	52¾	48	50¼	55¼	61¼	65	52½	56½	58½	58¾
Marbre rouge.	63	56½	59	67	72½	74¾	60	69	70	69½
Ardoiſe.	66½	61	62½	70½	79	80	65¾	72¼	74	74¼
Nacre de perle.	60	55	58	64	70	74	61	66	66	67
Soufre.	63½	57½	61	67	76	76	64	69	70½	70
Cire jaune.	64	59	59¼	69	75¾	77	64	71	71	70¾
Cire d'Eſpagne rouge.	59	54¼	56½	65	71½	72½	60½	67	67	67
Ivoire.	60	53	55	62	70	73	60	64¼	66	65½
Corne.	56	53	52¾	58½	65	68	54¼	59½	60¾	61
Fer.	61	55½	57	66	73	75¼	61	68	66¼	68
Cuivre.	63½	58	59¼	66½	76	78½	62½	68¼	72	72
Etain.	61¾	54¾	60	67	72½	74	61	69	68½	69
Plomb.	66	61	63	71	77¾	79	67	72	75	74
Laiton.	66	60	63	68¼	77	78¾	65	70½	71¾	71½
Zinc.	62¼	56¾	61¼	67	73½	78¼	61¼	69	69¾	70¼

Ces obſervations, par leur réunion, forment un tableau impoſant, & l'on doit des éloges au zèle du célèbre Académicien qui s'en eſt occupé avec tant de conſtance; ce n'eſt pas néanmoins qu'elles ne fourniſſent encore matière à bien des queſtions, ſurtout lorſqu'on les ſuit avec attention, & qu'on rapproche ceux des réſultats dont les affinités chymiques ſont aſſez certaines pour tirer quelques lumières de la comparaiſon; mais c'eſt déjà un grand pas que d'avoir reduit le problême à l'explication de quelques anomalies. Ces queſtions & ces objections trouveront place dans le paragraphe ſuivant, je dois faire état ici du dernier argument employé par M. Achard pour fortifier le ſyſtême de ces tables.

Si la propriété du corps fluide (a-t-il dit) qui fait varier ſa force d'adhéſion au corps ſolide, & qui eſt exprimée par *b* dans les équations précédentes, eſt une propriété générale & non bornée à la ſeule adhéſion de ces fluides au verre, on doit arriver par le même calcul à des réſultats conformes à ceux donnés par l'expérience & indiqués dans les trois dernières tables, en prenant pour baſe les obſervations de la force d'adhéſion de l'eau avec des ſolides de différentes matières.

La valeur de *b* étant ainſi déjà connue, il ne s'agit plus que de trouver la valeur de *d*, expreſſion de la force d'adhéſion des diſques de différentes matières avec tous les fluides nommés dans les tables, & elle ſe tire facilement de l'équation ſuivante :

$$b = \frac{1000\ m\ d}{n\ c}$$

$$\text{donc } d = \frac{b\ n\ c}{1000\ m}$$

M. Achard a déterminé de cette manière les valeurs de *d*, ou les forces d'adhéſion des dix-neuf ſolides placés au deſſous du verre dans les tables précédentes, avec tous les fluides qui y ſont indiqués; il a pris enſuite la différence de cette détermination avec celle donnée par l'expérience. Je crois pouvoir me diſpenſer de rapporter les tables particulières qu'il en a dreſſées, chacun pouvant faire ces vérifications ſur tel exemple qu'il jugera à propos. Ce Phyſicien ayant reconnu par-là que ſur 481 réſultats il y en avoit 354 dont la différence ne s'élevoit pas même à l'unité, qu'il n'y en avoit que trois au deſſus de 2; en un mot, que de ces différences, les unes étoient en plus, les autres en moins; il en a conclu qu'il ne pouvoit plus y avoir de doute ſur la vérité & la généralité de la règle, qu'ainſi la valeur de *b* dépendoit de la figure des parties du fluide, parce que, ſuivant la différence de cette figure, le fluide ſe trouvoit avoir plus ou moins de points de contact avec le corps ſolide, & que l'adhéſion étoit en proportion; de ſorte que *b* exprimoit réellement la ſomme de ces points de contact.

Mais la denſité du ſolide, & la figure de ſes parties conſtituantes ne contribuent-elles pas auſſi à augmenter ou diminuer ſa force d'adhéſion avec le fluide? Pour ce qui eſt de la denſité, il y a même raiſon de le croire que pour celle du fluide, car comme c'eſt la matière qui ſe touche, plus il y aura de matière diſtribuée dans tous les points de la ſurface du diſque ſolide, à égal diamètre, plus il offrira de points de contact au fluide, & ce rapport de la quantité de matière au volume donné eſt préciſément la denſité ou peſanteur ſpécifique.

A l'égard de la figure des parties conſtituantes du ſolide, c'eſt une des conſéquences les plus évidentes de la théorie de ces attractions prochaines, que lorſque les deux corps qui s'attirent ſont de nature différente, la force attractive n'eſt pas comme la ſomme des points de contact que la figure des molécules de l'un des deux corps admet avec une figure ſemblable, mais comme la ſomme des points de contact que telle figure admet reſpectivement à telle autre; parce qu'elles concourent également à augmenter ou diminuer la diſtance, & que c'eſt uniquement cette diſtance ou plus grande ou plus petite qui décide tous les degrés d'attraction, depuis l'adhérence la plus foible, juſqu'à la cohéſion la plus forte, juſqu'à l'affinité la plus puiſſante. Auſſi, comme le remarque M. Achard, ſuffit-il de jeter un coup d'œil ſur nos tables d'adhéſion, pour ſe convaincre que la propriété qui fait varier la force d'adhéſion de divers ſolides au même fluide, ne dépend pas abſolument de la denſité de ces ſolides; car, ſi cela étoit, le ſoufre ne devroit pas adhérer à l'eau plus que le verre, l'ardoiſe plus que le cuivre, l'albâtre à l'acide vitriolique plus que le fer, la cire à l'eſprit-de-vin plus que le quartz, le ſoufre aux alkalis plus que l'étain, &c. &c. Il eſt facile d'en multiplier les exemples. Il y a donc manifeſtement une autre cauſe, ce ne peut être que le plus ou le moins d'aptitude des parties de la ſurface du ſolide à recevoir le contact du fluide, à raiſon de leur figure.

Partant de ces principes, voici la formule que propoſe M. Achard, comme pouvant s'appliquer à tous les cas, & réuniſſant tous les élémens du calcul de la force d'adhéſion d'un ſolide à un fluide.

La ſomme des points par leſquels un diſque de verre, d'un diamètre donné, touche à l'eau, étant ſuppoſée = 1000;

Soit la ſomme des points par leſquels un diſque de même grandeur, mais d'une autre matière, touche à l'eau = B.

La force d'adhéſion du verre à l'eau = C.

La force d'adhéſion du diſque fait d'autre matière à l'eau = D.

La péſanteur ſpécifique du verre = M.

Et la peſanteur ſpécifique de l'autre matière = N.

On aura la proportion ſuivante.

$$c : d :: 1000\ M : N B.$$

Mais on a déjà vu, en opérant ſur la proportion $c : d :: 1000\ m : n\ b$, qu'il en réſultoit :

$$\frac{1000\ D\ M}{N\ B} = \frac{1000\ d\ m}{n\ b}$$

Donc $DMnb = dmNB$.

D'où l'on tire cette proportion :

$$b : B :: dmN : DMn.$$

n & N étant des quantités connues, aussi bien que *m* & M, connoissant également *b* & *d*, & la valeur de D pouvant être trouvée par expérience, il est facile de déterminer la valeur de B, qui est la propriété du corps solide qui le fait adhérer avec une force différente au même fluide & qui dépend de la figure de ses molécules.

Quand on a la valeur de *b* pour chaque matière, on peut calculer une table de la force d'adhésion de tous les corps solides avec un fluide donné, pourvu que l'on connoisse seulement leur pesanteur spécifique & leur force d'adhésion avec l'eau, on n'a besoin pour cela que de cette équation :

$$D = \frac{BdmN}{bMn}$$

§ III. *Observations sur les expériences d'adhésion, & sur les causes qui peuvent jeter de l'incertitude sur les résultats.*

I. En considérant attentivement les données des tables de M. Achard, on regrettera sans doute avec nous que ce Physicien se dévouant avec courage à une suite d'opérations aussi laborieuses, n'ait pas pris uniquement pour sujets de ses expériences, des substances simples dont les affinités plus puissantes & mieux connues nous eussent mis sur la voie d'établir un parallele plus décisif de la force dissolvante avec cette force d'adhésion, ou de découvrir du moins quelque accord constant de cette dernière puissance avec le degré de solidité des diverses compositions ; car nous verrons que, quoique cette capacité de contact soit toujours la cause essentielle des affinités, cette cause première est modifiée par tant de causes secondaires, que l'on est souvent obligé de distinguer l'affinité qui produit la combinaison, de celle qui la maintient.

Nous regrettons à plus forte raison que M. Achard ait laissé vuides les cases destinées à recevoir l'expression de la force d'adhésion du marbre & de la plupart des métaux avec les trois grands acides minéraux, sans nous dire s'il a essayé de la déterminer & quels obstacles il a rencontrés. Auroit-il pensé qu'il n'y avoit plus lieu d'estimer l'adhésion de deux corps quand leur contact devoit produire dissolution ? On a vu que cette considération ne m'avoit pas arrêté par rapport aux amalgames qui sont de vraies dissolutions, & que l'action, quoiqu'assez rapide, du mercure sur l'or, l'étain, &c. ne m'avoit pas empêché de prendre la force d'adhésion dans un degré suffisant d'approximation pour qu'elle suivît l'ordre des affinités. Je sais bien que, pour peu qu'on tarde dans ce cas à rompre le contact, il se forme entre le solide & le fluide une lame ou couche qui n'est plus aucun des deux corps simples, mais un composé des deux ; que ce composé, se disséminant dans le fluide, change sa densité & même sa propriété attractive; que s'il adhère au disque, comme dans l'amalgame, il en augmente le poids, & que si la séparation se fait dans l'épaisseur de cette couche, on ne mesure plus, au lieu de l'adhésion du solide au fluide, que la cohésion des parties du composé qui en résulte : mais il y a nécessairement un moment où le contact existe sans que la dissolution ait fait assez de progrès pour nuire sensiblement à l'estimation, il ne s'agit que de se préparer à le saisir. Ce qui n'est que difficile, ne me paroît pas devoir nous faire abandonner de pareilles recherches, d'autant mieux que ce ne sont pas des difficultés étrangeres à leur objet, que ces difficultés procèdent de la cause même que nous voulons reconnoître, & qu'ainsi nous ne devons pas désespérer de faire entrer ces irrégularités même dans notre calcul, & peut-être d'en tirer encore des lumières plus favorables à nos vues.

Il est bien certain que la chaleur, le dégagement des gaz méphitique ou inflammable qui accompagnent la plupart des dissolutions, apportent encore des obstacles plus réels à la précision de l'observation, & je suis fort tenté de soupçonner que c'est ce, qui a produit l'espèce d'anomalie que présentent les tables de M. Achard par rapport à l'adhésion du fer & du cuivre à l'acide vitriolique, la première se trouvant la plus foible, quoique l'affinité du fer avec cet acide soit reconnue généralement plus grande que celle du cuivre. On conçoit, en effet, que l'agitation, la réaction que produit une dissolution rapide & tumultueuse, est très-propre à rompre le contact, & qu'ainsi l'excès même de l'attraction peut en diminuer l'effet apparent ; mais les Chymistes savent aussi qu'en prenant les acides ou très-délayés ou très-concentrés, on parvient à en ralentir à son gré l'action; c'est donc à l'industrie à choisir les circonstances les plus favorables à l'expérience ; comme la cause n'est pas moins agissante, quoique ses progrès cessent d'être visibles, l'observation sera également sûre, & l'on retrouvera enfin par le calcul le terme qui doit servir à la comparaison des résultats qui pourroient exiger des conditions différentes.

D'autres occupations m'ont forcé de renoncer au projet que j'avois formé de multiplier les expériences sur cette matière importante, mais je n'ai pu négliger de m'assurer du moins que ce que je propose ici n'est pas impraticable. J'ai façonné & dressé sur le tour un cylindre de marbre blanc crystallin, de $1\frac{1}{2}$ pouce de diamètre ; l'ayant suspendu au bras d'une balance & mis parfaitement en équilibre, j'ai appliqué horizontalement l'un de ses bouts au *mercure* placé au dessous (la température étant à 11 degrés du thermomètre de Réaumur), la force d'adhésion n'a été que de 22 grains, la surface du mercure étant de 2 pouces, & de 181 quand elle eut 5 pouces de diamètre.

Je l'ai appliqué à l'*eau distillée*, il a fallu 100 grains pour rompre l'adhésion.

Je l'ai appliqué au *vinaigre distillé* (à 1013 de pesanteur spécifique) la répulsion occasionnée par l'effervescence, n'a pas empêché que l'adhésion ne se soit maintenue jusqu'à l'addition de 98 grains. Pour ne

pas perdre de temps dans l'estimation de cette force, j'ai employé, au lieu de poids, la limaille de fer que je faisois couler de suite très-doucement dans le bassin opposé, & que je pesois après l'opération.

Je l'ai mis en contact avec de l'*acide vitriolique* dont la pesanteur spécifique étoit 1186, qui, suivant l'estimation de M. Kirwan, offroit encore par conséquent la valeur de 16,19 lignes quarrées d'acide réel, pour 492,61 d'eau, dans une aire de 18 lignes de diamètre (*voyez* ACIDE VITRIOLIQUE); cependant les progrès de la dissolution ont été assez lents pour me donner le temps d'ajouter, en contrepoids de la force d'adhésion, une quantité de limaille qui s'est trouvé peser 99 grains.

On sait que l'action de l'acide vitriolique très-concentré est quelquefois plus foible que quand il est étendu; pour juger si cette circonstance ne seroit pas la condition la plus favorable à l'observation, j'ai appliqué le même disque à la surface d'un acide vitriolique dont la pesanteur spécifique étoit 1820; la séparation ne s'est faite qu'après l'addition de 139 grains de contrepoids. Le disque appliqué de nouveau portoit la même charge & persistoit dans son adhésion 8 ou 10 secondes, lorsque j'avois eu la précaution d'enlever auparavant une portion mousseuse qui étoit suspendue à son centre en forme conique. Il faut, sans doute, ajouter quelque chose à ces 139 grains pour la force répulsive du gas, qui, quoique très-lente dans sa marche, à cause de la grande concentration de l'acide, commence néanmoins au moment même du contact; cependant cette évaluation surpasse déjà d'environ $\frac{1}{12}$ celles que M. Achard a données dans la table IV des adhésions d'un acide, encore plus dense, avec les dix-huit solides qui restent, l'albâtre seul excepté; c'est-à-dire avec des substances qui ont très-certainement moins d'affinité avec cet acide que le marbre. Cette observation paroitra peut-être de quelqu'importance.

Enfin, le même disque ayant été repoli sur la meule, je l'ai appliqué à la surface de l'*acide nitreux* rectifié de Meyer, la répulsion subite produite par l'effervescence, a empêché cette fois toute adhésion; mais ayant délayé l'acide au point de ne donner au pèse-liqueur que 1018, de ne présenter ainsi au contact qu'environ 1,7 ligne quarrée d'acide nitreux réel pour 597,11 d'eau (*voyez* ACIDE NITREUX), j'ai pu ajouter jusqu'à 97 grains de contrepoids avant la séparation; l'espèce de sifflement avec lequel le disque se détachoit, annonçoit bien qu'elle étoit déterminée par l'élasticité du gas. Il me vint alors en pensée d'essayer d'évaluer cette force répulsive elle-même; pour cela, je chargeai successivement le disque de marbre de 10, 20 & 30 grains, & ayant remarqué qu'à chaque addition l'adhésion persistoit, en effet, 5 à 6 secondes de plus, j'allai jusqu'à 45 grains, & pour-lors l'adhésion ne cessa plus, quoique le disque fut dans une oscillation continuelle très-sensible. Ceci paroitroit indiquer que les 45 grains représentoient assez exactement l'excès de la force élastique du gas accumulé sous le disque sur la force d'adhésion; si on supposoit donc que cette force répulsive ne fût parvenue qu'à la moitié de son intensité lorsqu'elle rompt au premier instant l'adhésion avec sifflement, il s'ensuivroit que, sans cette circonstance, la force d'adhésion eût été de 168 gr. ce qui ne s'éloigne sûrement pas beaucoup de la vérité.

C'en est assez sans doute pour indiquer le parti que l'industrie peut tirer de ces expériences, & pour suppléer à un certain point ce que l'Académicien de Berlin avoit regardé comme impraticable.

Je ne veux point épuiser toutes les réflexions que présentent les tables de M. Achard; mais, dans le nombre déjà assez considérable de faits qu'elles nous fournissent pour confirmer la concordance de l'affinité avec l'adhésion, il y en a sur-tout trois qui me paroissent mériter une attention particulière.

L'adhésion de toutes les matières vitreuses & quartzeuses avec l'esprit acide empireumatique de miel, est à peu près égale à celle des mêmes matières avec l'acide vitriolique (dont la densité est d'environ un tiers plus considérable); on verra à l'article ACIDE SIRUPEUX la confirmation de cette force attractive extraordinaire par l'érosion très-marquée que le même acide empireumatique produit à la surface des cornues pendant sa distillation.

Le fer que recèle l'ardoise y est dans un état qui ne le rend guère soluble que dans l'acide muriatique; la prérogative de ce dissolvant se manifeste ici par une adhésion qui est à celle des deux autres acides minéraux :: 33 : 26.

La somme qui exprime l'adhésion de l'albâtre à l'acide vitriolique se fait remarquer par un excès de $\frac{7}{10}$ sur tous les autres termes de sa colonne. On cesse d'en être étonné lorsqu'on considère que l'albâtre est un vitriol calcaire; que les sels neutres se dissolvent volontiers dans leurs acides; que cette union se fait tranquillement, sans que le sel perde aucun de ses principes, sans que l'acide soit obligé d'abandonner une portion de son air vital, sans qu'il y ait ni échange, ni décomposition. Ces circonstances, qui se rencontrent fort rarement dans la plupart des dissolutions, sont sans contredit les plus favorables, elles forment le cas le plus simple pour observer le rapport du principe de l'adhésion avec la puissance dissolvante; il faut donc ou nier l'observation, ou indiquer une autre cause d'une disproportion aussi frappante, ou reconnoître enfin que cette méthode établie sur une base solide, nous offre un instrument d'expériences qui, quand le temps & les essais multipliés nous auront appris à le manier, deviendra d'un usage précieux pour déterminer les degrés d'affinité, sinon dans tous les cas, du moins dans ceux qui se refusent à toute autre méthode de comparaison connue jusqu'à ce jour. Ce seroit une grande erreur de vouloir juger & de leur nombre & de l'utilité d'y appliquer notre méthode, d'après nos connoissances actuelles sur les affinités d'une cinquantaine de substances les plus simples: la nature n'unit & ne sépare que par affinité, il y a donc autant de modifications dans les forces qu'elle emploie, que de variétés dans les phénomènes

qui en résultent ; &, comme nous ne pouvons nous servir que de ce que nous connoissons, c'est cette connoissance elle-même qui met une valeur aux choses que nous nommons utiles.

Après avoir cherché à donner une idée exacte des secours que la Chymie peut retirer de cette méthode d'estimer les adhésions, & des moyens d'en étendre l'application, il me reste à parler encore de quelques expériences qui, entreprises dans la vue d'examiner scrupuleusement le principe fondamental de cette méthode, ne peuvent qu'ajouter à la confiance qu'elle doit obtenir, en mettant en garde contre les causes étrangères qui en font varier les résultats.

II. C'est principalement à M. Dutour, correspondant de l'Académie royale des Sciences, que nous devons ces observations & ces expériences qui font la matière de plusieurs mémoires publiés successivement dans le Journal physique, (*tom. XV, pag. 234; tom. XVI, p. 85, & tom. XIX, pag. 137 & 287*), comme faisant suite à son travail sur les tuyaux capillaires, dont il avoit déjà enrichi cette collection. Quoique je ne puisse adopter toutes les conséquences qu'il en tire, je me fais un devoir de rendre à ce Physicien toute la justice que méritent la sagacité de ses procédés, son attention à faire toujours marcher de front le calcul & l'observation, & la candeur avec laquelle il fait remarquer les plus petites irrégularités.

M. Dutour reconnoît que la méthode du Docteur Taylor est sûre & fidelle, toutes les fois qu'on applique à un fluide des corps solides qui ne restent point mouillés en se détachant, comme le verre & quelques métaux avec le mercure ; il convient que dans ce cas la force d'adhésion est la seule cause de la résistance à la séparation, que le rapport de ces résistances est en général très-éloigné d'être celui des densités respectives des fluides, & qu'ainsi il faut qu'une cause indépendante de cette densité se combine avec elle pour disposer plus ou moins les corps contigus à l'adhésion. Cette cause indépendante, il l'a lui-même caractérisée d'une manière non équivoque, en faisant voir qu'une portion de sphère ou un verre de montre étant suspendu à un point fixe, si on fait couler insensiblement de l'eau ou du mercure dans un vase placé au dessous, à l'instant où la superficie du fluide parvient à la hauteur du point inférieur de la convexité, ce fluide s'élève au point de former un plan de contact sur un segment sphérique dont la mesure est une corde de 15 lignes pour l'eau, & de 5 pour le mercure : voilà bien l'attraction prochaine rendue sensible & dans un degré qu'il seroit facile d'estimer par le poids des colonnes qu'elle soustrait à la loi hydrostatique. Mais, 1°. *il paroit que ce Physicien a été frappé d'une sorte d'inégalité ou d'inconstance dans les résultats ;* 2°. *quelques phénomènes lui ont indiqué que la pression de l'athmosphère avoit encore une part sensible à l'effet ;* 3°. *enfin, il juge que, quand le solide emporte quelques parties du fluide, ce n'est plus que la cohésion des parties de ce dernier qui est mesurée par cette méthode.* Examinons les faits qui fondent ces doutes & ces objections.

Par rapport à l'*inconstance des résultats*, lorsqu'on considère le nombre infini d'accidens qui peuvent influer sur l'expérience la mieux ordonnée en ce genre, on n'a presque plus de raison de s'étonner que les variations ne soient pas plus considérables, que de ne pas obtenir constamment des effets parfaitement uniformes. M. Achard a donc été fondé à n'en pas tenir compte, dès qu'il a vu qu'ils ne produisoient que de petites différences, & qu'elles se trouvoient aussi bien au dessus qu'au dessous du calcul. Les causes fortuites qui troublent ici l'uniformité n'ont pas échappé à M. Dutour ; il a bien senti la difficulté d'avoir toujours des disques dont les mesures fussent rigoureusement exactes, dont le poli fût absolument égal ; il a bien jugé que la moindre secousse, le plus léger souffle, un changement imperceptible dans la direction de la puissance qui tend à rompre l'adhésion, accéléroient souvent la séparation ; il a prévu qu'un verre d'une autre composition pouvoit être plus ou moins disposé à l'adhérence ; & puisqu'il nous apprend lui-même (*n. 22 & 37*) que, lorsqu'il a employé trois disques pris dans le même morceau de verre, de 11, 10 & 9 lignes de diamètre, les résistances à la séparation de l'eau étoient à très-peu-près comme les quarrés de ces diamètres ; que le rapport de leurs adhésions à l'eau & au mercure *paroissoit être le même ou presque le même, celui de 1 à 6* : il est, ce me semble, assez bien prouvé que les résultats qui s'en écartent, ont des causes étrangères à ces conditions. Je remarquerai d'ailleurs que M. Dutour n'a pas fait état dans ces comparaisons de la température des fluides ; or il suffit de jeter un coup d'œil sur la table I de M. Achard, pour se convaincre que cette seule circonstance a dû occasionner bien des différences qui ne pouvoient être regardées que comme des irrégularités par l'Observateur, dès qu'il ne soupçonnoit pas le principe auquel elles étoient soumises.

On trouve dans les mémoires de M. Dutour l'observation d'une anomalie bien plus importante. Nous avons vu que M. Achard avoit démontré par une suite d'expériences & par la concordance de leurs résultats avec le calcul, que les adhésions des mêmes solides avec les mêmes fluides étoient entr'elles comme les surfaces en contact ; mais il n'a pas opéré sur le mercure, & M. Dutour croit que cette loi est en défaut par rapport au mercure ; il assure avoir remarqué que la résistance à la séparation du verre alloit en décroissant à mesure que les diamètres croissoient, de sorte qu'on pouvoit présumer qu'à un certain point d'accroissement de diamètre des disques de verre, la résistance du mercure à la séparation se trouveroit seulement égale à celle de l'eau, peut-être même deviendroit inférieure au delà de ce point (*n. 32*). Je ne veux pas éluder la difficulté en en cherchant la solution dans l'imperfection de l'appareil, quoique l'on ne puisse pas trop répondre d'appliquer précisément au centre & dans la direction exactement per-

pendiculaire, la force qui tend à enlever le disque, & que l'effet de cette imperfection doive augmenter réellement comme l'amplitude des surfaces, ou, ce qui est la même chose, comme le quarré des diamètres, puisque le rayon devient le levier de cette puissance; mais il me semble qu'on peut expliquer d'une manière encore plus satisfaisante la progression décroissante observée par M. Dutour.

Si on laisse tomber un peu de mercure sur une glace, il y garde la forme d'un globule applati; & malgré sa pesanteur qui tend à lui faire prendre une plus grande aire de contact, ses bords inférieurs sont relevés & arrondis presque comme ceux du dessus: de sorte que ce n'est qu'en le chargeant d'un poids étranger, que l'on parvient à lui faire prendre une aire de contact plus étendue, autant que la quantité de matière le permet. La raison de ce phénomène est, comme l'on sait, l'attraction très-puissante que les parties de ce fluide exercent les unes sur les autres, & qui tend à les réunir autour du centre de gravitation de la masse. Cela posé, on voit clairement que, quand, au lieu de mettre le mercure sur la glace, on met le disque de glace sur le mercure, il ne peut s'y appliquer exactement qu'en détruisant la convexité du fluide, qu'en opposant par conséquent à la puissance qui la produit, une force capable de lui faire équilibre. Dans notre procédé, où la pesanteur du disque est rendue nulle par le contrepoids, cette force ne peut être que la tendance même du verre à s'unir au mercure: voilà donc un effet qui compense d'avance une partie quelconque de l'effort que nous avons à faire pour rompre l'adhésion que cette tendance a produite; & puisque cet effet doit devenir plus sensible, cette partie qui entre en compensation, proportionnellement plus considérable, à mesure que le champ du contact s'agrandissant horizontalement s'éloigne de la courbe de la convexité, il est tout simple que par rapport à ce fluide les résistances ne suivent plus la raison directe des diamètres, comme l'a vu M. Dutour; la puissance qui rappelle les molécules de mercure déplacées, dans leur sphère de gravitation naturelle, étant prise sur la somme des poids par laquelle il évaluoit ces résistances. Ce Physicien l'a lui-même très-bien compris lorsqu'il a dit dans sa troisième partie (*n. 125*) qu'il n'avoit pu produire aucune adhésion entre un disque de verre de 11 lignes & du mercure contenu dans un vase de pareil diamètre, *à cause, sans doute, de sa disposition à se ramasser sous une superficie convexe, qui l'est d'autant plus, que l'espace est plus étroit*; lorsqu'il a soupçonné que des circonstances analogues avoient pu occasionner quelque disproportion entre ses expériences & les miennes; lorsqu'il a remarqué, en un mot, qu'un petit globule de mercure applati entre deux glaces par la compression, se rétablissoit dès que la compression ne subsistoit plus.

De là il suit invinciblement que des disques inégaux appliqués sur une masse de mercure de même forme, ou, ce qui est la même chose, sur une quantité égale, contenue dans un vase pareil, doivent exiger d'autant moins de contrepoids pour leur séparation, que leur surface est plus grande; car dans ce cas la somme des contrepoids ajoutés dans la balance n'est plus la mesure de la force totale d'adhésion de cette surface, mais seulement la mesure de l'excès de cette force sur la tendance des molécules de mercure à retourner au point d'où elles ont été déplacées pour former le plan du contact. Ainsi, pour avoir des résultats mathématiques exacts, il est indispensable de faire entrer dans le calcul l'estimation de cette autre puissance, de même que, pour rendre les effets physiquement comparables, il faudroit, à mesure qu'on augmente le diamètre des disques, augmenter dans la même proportion la masse du mercure, de manière que, quand les centres de ces disques commencent à toucher le fluide, leurs bords n'en fussent pas plus éloignés dans une expérience que dans l'autre. C'est ce que M. Dutour n'a pas observé, dès-lors les doutes que lui avoient inspiré ces irrégularités apparentes, doivent cesser; le principe que les effets sont proportionnels aux causes ne reçoit d'application qu'autant qu'on est sûr de remonter à une cause première & unique, ou qu'on évalue séparément toutes les causes particulières.

Concluons donc que la loi de l'adhésion est générale & constante, & que jusqu'à présent l'examen scrupuleux de M. Dutour n'a fait qu'ajouter aux preuves de cette vérité, & nous fournir de nouvelles vues, soit pour y ramener les phénomènes qui s'en écartent (1), soit pour en déduire la théorie des dissolutions. Au nombre de ces dernières, je ne dois pas omettre l'expérience ingénieuse par laquelle il a démontré (*n. 77 & 174*) qu'un tube capillaire de verre qui, suspendu à un point fixe, soutenoit une

(1) Le P. Bésile, qui a répété avec soin quelques-unes de ces expériences sur l'adhésion du verre à l'eau, qui a également trouvé les résistances à très-peu près comme les quarrés des diamètres des disques, s'étonne avec raison que les résultats indiqués par M. Achard, & que j'ai rapportés ci-devant dans la Table II, soient si différens de ceux que donne le calcul établi, d'après ses propres essais, pour des disques d'égale amplitude (*Journ. phys. tom. XXVIII. pag. 186*); mais ce Physicien n'a pas fait attention que, dans les résultats dont il s'agit, M. Achard, n'étant occupé qu'à établir des rapports, a exprimé les sommes en *quarts de grain*, tels qu'il les avoit employés pour éviter les secousses; ainsi, au lieu des nombres 364 pour le disque de 1 $\frac{1}{2}$ pouce, 494 pour celui de 1 $\frac{3}{4}$, & 647 pour celui de 2 pouces, il faut prendre 91, 127, 161, lorsqu'on veut comparer ces résultats avec une évaluation en grains entiers; & pour-lors ces nombres se trouvent plutôt au dessous qu'au dessus de ceux du P. Bésile. La nécessité de cette réduction est suffisamment prouvée par la Table I, où l'adhésion du disque de 1 $\frac{1}{2}$ pouce ne va pas à 98 grains avec l'eau la plus froide, & par la Table IV, où l'adhésion du même disque est effectivement déterminée à 91 grains.

colonne

colonne d'eau de 15 $\frac{1}{2}$ lignes au dessus de la ligne d'immersion, ne soutenoit plus qu'une colonne d'environ 4 lignes au dessus du point d'immersion lorsqu'il étoit suspendu en équilibre au bras d'une balance, parce que le tube étoit lui-même absorbé par l'eau qui s'y enfonçoit spontanément de 4 lignes de profondeur, & que cette absorption étant aussi un effet de la puissance qui déterminoit l'ascension, celle-ci ne pouvoit atteindre au même degré que si elle recevoit seule l'impression de toute cette puissance. *Voyez* DISSOLUTION.

D'autres expériences, cependant, ont indiqué à M. Dutour *que la pression de l'athmosphère pouvoit avoir encore quelque part à l'adhésion :* voici les faits qu'elles présentent.

1°. Un disque de glace de 12 lignes de diamètre, percé au milieu d'un trou de 7 $\frac{1}{2}$ lignes, adhère à l'eau avec une force de 33 grains; si on couvre la partie vuide, ou qu'on colle sur cette couronne un disque plein, de même diamètre, la résistance à la séparation sera de 48 grains ; c'est-à-dire qu'elle exigera précisement le même effort que le disque plein (*n. 113*).

2°. Un vase cylindrique en forme de récipient tubulé de 11 lignes de diamètre à son orifice inférieur, y compris l'épaisseur de ses parois de $\frac{1}{2}$ de ligne, étant suspendu en équilibre au bras d'une balance, si on met cet orifice en contact avec l'eau, la tubulure ouverte, un contrepoids de 16 grains opère la séparation (*n. 98*).

Si la tubulure est fermée (avec une boule de cire qui doit être placée d'avance à côté pour ne pas troubler l'équilibre) l'adhésion soutient 44 grains, & la séparation n'a lieu qu'au 45e.

Si, tandis que la tubulure est ouverte, on enfonce le cylindre dans l'eau, de la profondeur de 8 lignes, & qu'ensuite on ferme la tubulure, il faut 150 grains pour ramener le bord inférieur au niveau de la masse du fluide, le cylindre d'eau s'élève en même temps, la séparation ne se fait que quand les contrepoids excèdent 179 grains. A 4 lignes seulement d'enfoncement par le même procédé, la résistance à la séparation est de 109 grains (*n. 157*).

3°. Le même récipient cylindrique ne donne avec le mercure aucune marque d'adhésion, soit que la tubulure soit ouverte ou fermée.

Mais si, la tubulure ouverte, on le fait descendre dans le mercure de la profondeur de 1 $\frac{2}{3}$ ligne, & que l'on bouche la tubulure tandis qu'il est ainsi enfoncé, il ne se relève qu'à l'aide des contrepoids ; la tranche de mercure intérieure suit l'élévation du cylindre jusqu'à ce que son bord inférieur soit au niveau du fluide environnant, & la séparation ne s'effectue qu'au 736e. grain (*n. 150*). Le même récipient étant enfoncé de 4 lignes au dessous du niveau du mercure, la résistance à la séparation est de 1332 grains.

4°. Que l'on suspende en équilibre au bras d'une balance un tube capillaire de 2 lignes de grosseur, & qu'on verse goutte à goutte de l'eau dans une cuvette placée au dessous, jusqu'à ce qu'elle atteigne le bout inférieur du tube, ayant la précaution de soutenir l'équilibre de la balance, de manière à ne la laisser pencher que par degrés & sans secousses : on verra ce tube s'enfoncer spontanément de 2 lignes dans l'eau de la cuvette, & l'eau qui, à raison de la petitesse de son calibre, se seroit élevée intérieurement de 17 $\frac{1}{2}$ lignes, s'il eût été suspendu à un point fixe, ne s'élevera plus qu'à 4 lignes au dessus du niveau de la masse (*n. 165*).

En ôtant peu à peu des contrepoids qui tenoient ce tube en équilibre, il s'enfonce de plus en plus dans l'eau, & l'ascension dans le calibre intérieur n'est toujours que de 4 lignes au dessus du niveau de la masse, comme au moment de l'équilibre.

Si on met, à la place de ce tube, d'autres tubes d'*égale grosseur*, mais dont les calibres soient plus grands, l'immersion spontanée sera la même ; mais l'ascension intérieure variera & se trouvera assez constamment du *quart seulement* de la hauteur de la colonne que le même tube capillaire soutient quand il est arrêté fixement, & qu'il ne subit point d'immersion.

Si l'on substitue un tube de moindre grosseur, l'immersion spontanée sera plus considérable ; un tube de 1 $\frac{1}{2}$ ligne de grosseur qui pouvoit soutenir une colonne d'eau de 21 $\frac{1}{2}$ lignes, s'est enfoncé de 3 $\frac{1}{2}$ lignes, & l'ascension étoit de 6 $\frac{1}{2}$ lignes.

L'immersion de ces tubes mobiles est plus profonde quand ils sont moins gros, quoique le diamètre de leur calibre soit plus grand, & qu'ils ne puissent par conséquent soutenir l'eau qu'à une moindre hauteur. Un tube de verre de $\frac{2}{3}$ de ligne de grosseur, dans lequel l'eau ne se soutenoit qu'à 17 lignes, s'est enfoncé de 17 $\frac{1}{2}$ lignes, & l'eau s'y est élevée de 5 lignes.

Les tubes, quoique non capillaires, sont sujets à cette immersion. Un cylindre de verre de 11 lignes de diamètre extérieur, de $\frac{1}{2}$ de ligne d'épaisseur, s'enfonça de 2 lignes dès qu'il fut atteint par l'eau ; & 12 heures après, son immersion étoit de 3 lignes (*n. 194*). Treize grains ajoutés au contrepoids ramenèrent l'orifice au niveau de l'eau; à 15 grains il tenoit encore par une tranche d'eau soulevée ; un demi-grain de plus le détacha.

Cette immersion a lieu de la même manière, quoique l'ouverture inférieure des tubes soit bouchée, & même avec des cylindres solides, non-seulement de verre, mais aussi de diverses matières; & toujours d'autant plus profondément qu'ils sont plus petits. Un fil de fer de $\frac{2}{3}$ de ligne de diamètre s'est trouvé, *au bout de quelques heures*, avoir subi une immersion de 18 lignes. Un cylindre de cire jaune, de 4 lignes de diamètre, a paru s'enfoncer de $\frac{1}{2}$ ligne (*n. 197*); cependant un tube de verre dont le bout étoit scellé avec une lame mince de cire, a été atteint par le niveau de l'eau sans s'y enfoncer, & n'a commencé à subir l'immersion que quand le niveau eut été porté au dessus de cette lame (*n. 184*).

5°. Un vase cylindrique d'un verre très-mince de 11 lignes de diamètre, étant complètement rempli d'eau, s'y on y applique exactement un disque de verre du même diamètre suspendu en équilibre à une balance, il n'est détaché de l'eau que par un peu plus de 77 grains; le même disque appliqué à une masse d'eau plus étendue, n'a résisté qu'à un effort de 33 grains (*n. 38*).

6°. Un disque de verre de 6 ¾ lignes de diamètre étant suspendu bien horizontalement à un point fixe, si on place au dessous une soucoupe, & qu'après l'avoir remplie d'eau jusqu'au niveau du disque, on soutire doucement une portion de l'eau, à mesure que son niveau baisse, la portion adhérente au verre forme elle-même un disque, d'abord égal en diamètre, puis décroissant par degrés dans la partie inférieure qui tient à la masse d'eau, de sorte que cette couche représente une portion de cône renversé; & au moment de la séparation le diamètre de cette tranche d'eau n'est plus que d'environ 5,95 lignes (*n. 39*). La même chose a lieu quand, au lieu de soutirer l'eau, on ajoute successivement des poids pour enlever le disque suspendu au bras d'une balance, & la retraite du fluide sous les disques augmente en raison de l'augmentation de leurs diamètres.

Dans l'expérience de l'adhésion du verre au mercure, il y a de même une retraite, & plus considérable, c'est-à-dire, que l'aire d'adhésion, au moment qui précède la séparation, est moins étendue avec les mêmes disques; l'accroissement de la retraite est aussi proportionnel aux diamètres des disques, & la tranche de mercure qui se trouve au dessus du niveau, prend une forme opposée à celle de l'eau, étant plus large dans le bas & plus étroite dans le haut (*n. 144 & suiv.*).

Tels sont en substance les phénomènes, aussi curieux qu'importans, que présentent les expériences de M. Dutour; j'ai pensé qu'en les résumant & rapprochant ceux qui ont le plus d'analogie, je mettrois le lecteur à portée d'en saisir plus facilement les conséquences directes.

Au premier coup d'œil, je l'avoue, rien ne paroit plus contraire aux principes de l'adhésion proportionnelle aux surfaces en contact, que de voir un disque réduit presqu'à la moitié de son aire de contact, adhérer néanmoins à l'eau, lorsque la communication de l'air dans la partie vuide est interrompue, avec la même force qu'un disque plein de mêmes dimensions. Mais regarderons-nous pour cela comme démontré que la pression de l'air est la cause de l'effet que nous nommons adhésion, que cet effet est en raison de l'espace sur lequel s'exerce cette pression de la colonne athmosphérique? C'est ce que je ne puis admettre. L'expérience de l'adhésion dans le vuide de la machine pneumatique, que j'ai décrite précédemment (§. 1.), subsiste, ainsi que l'argument que j'en ai tiré, contre lequel les nouvelles observations ne fournissent aucune objection directe. M. Dutour l'a bien senti, & il a eu recours *à la pression auxiliaire d'un fluide assez délié pour pénétrer à travers les pores du récipient*; & il a imaginé, pour tout concilier, qu'*une pression quelconque exercée comme celle de l'athmosphère*, pouvoit déterminer le solide & le fluide à *occuper, par leur co-pénétration, un espace moindre que celui qu'ils occupoient séparément, & que c'étoit en cela que consistoit leur disposition à l'adhésion* (n. 123 & 191).

Il n'y a, comme l'on voit, jusqu'à présent, aucune preuve de l'action, ni même de l'existence de ce *fluide subtil*, & cette action néanmoins devroit être si près de l'intensité de l'effet, qu'on ne pourroit s'empêcher de la regarder comme la cause unique, puisqu'il n'y a véritablement aucune diminution sensible de l'adhésion dans le vuide. On peut aller plus loin par rapport à la *co-pénétration*, l'adhésion bien constatée des solides aux solides, soit dans l'air, soit dans le vuide, en exclut absolument l'idée. Aussi M. Dutour n'a-t-il proposé cette explication que par forme de conjecture, avec la plus grande réserve, & dans la conviction où il étoit de la nécessité de rechercher une autre cause que l'adhésion elle-même en vertu du contact: examinons donc si cette nécessité est bien démontrée, puisque, dans ce cas, les principes que j'ai établis, n'en seroient pas moins renversés quand même la vraie cause resteroit à découvrir.

Dans l'expérience de M. Dutour, rapportée sous le *n°. 1*, qui est, sans contredit, la plus frappante, je remarque d'abord que, pour que l'objection contre le principe de l'adhésion proportionnelle au contact fût dans toute sa force, il eût fallu qu'avant de couvrir le vuide de la couronne de glace, & d'augmenter ainsi le champ de la pression verticale, la résistance de cette couronne à sa séparation eût été dans un rapport exact avec la résistance des disques pleins, soit relativement aux aires de contact, soit relativement aux champs respectifs de pression verticale; il est aisé de voir que cela n'est pas arrivé.

L'aire de contact d'un disque de 12 lignes de diamètre est de 111 lignes quarrées, & celle d'un disque pareil, vuidé dans son milieu sur un diamètre de 7 ½ lignes, est seulement de 64,84 lignes quarrées; or, la résistance du premier ayant été trouvée de 48 grains, celle du second ne devoit être que de 28 grains au lieu de 33, car 111 : 48 :: 64,84 : 28.

Voilà donc déjà une différence, & certainement trop considérable pour être regardée comme accidentelle; il faut remarquer encore que, pour établir cette différence, je me sers du terme le plus défavorable en adoptant l'évaluation de 48 grains pour l'adhésion d'un disque plein de 12 lignes de diamètre, évaluation qui est bien moins celle de la résistance d'un pareil disque à la séparation, suivant la méthode du Docteur Taylor, que de la résistance de la couronne couverte. En effet, si je prenois pour base de ce calcul, soit ma première observation sur l'adhésion d'un disque de 30 lignes de dia-

mètre, soit celles de MM. Achard & Béfile, soit celles mêmes de M. Dutour, avec des disques de 9, 10 & 11 lignes de diamètre, il se trouveroit que la plus forte estimation de l'adhésion d'un disque plein de 12 lignes de diamètre seroit 41,28 grains, & le terme moyen 39; de sorte qu'en partant de ce dernier, la résistance du verre taillé en couronne, n'auroit dû être que de 22,78 grains, en l'estimant proportionnelle, soit à son aire du contact à la manière des disques pleins, soit au champ de pression verticale.

Quelle peut être la cause d'une disproportion qui s'élève au tiers de la quantité donnée par l'observation? Il me semble facile de l'indiquer. Le verre taillé en couronne a, de plus que les disques pleins, un bord intérieur circulaire qui attire l'eau, & auquel ce fluide adhère, par la même raison & de la même manière qu'au bord extérieur. Cela me paroît si évident, que je ne crains pas d'assurer que si on faisoit un disque formé de couronnes concentriques avec des espaces parallèles à leurs bords, à peu près comme la lentille à échelons de l'illustre Buffon, la résistance à la séparation d'un semblable disque pourroit être, suivant les circonstances, double & triple de la résistance d'un disque plein qui auroit le même diamètre que la dernière couronne. En effet, le disque évuidé au centre, de M. Dutour, doit être considéré comme l'orifice inférieur d'un cylindre dont les parois auroient 2 ½ lignes d'épaisseur, & nous avons vu dans les faits rassemblés ci-devant sous les *n*os. 2 & 4, que les vases cylindriques suspendus en équilibre, s'enfonçoient plus ou moins dans l'eau, suivant la plus ou moins grande épaisseur de leurs parois. Or, puisqu'indépendamment de l'aire renfermée entre ces deux cercles, la couronne présente une nouvelle surface au contact, il n'y a plus lieu de s'étonner que son adhésion soit aussi plus considérable, & cet excès même devient une preuve bien frappante que la pression verticale n'a aucune part à l'effet, puisqu'il ne répond plus à l'amplitude du champ limité dans lequel elle peut exercer son action.

La connoissance de a cause immédiate de ce phénomène particulier nous conduit à la solution de plusieurs autres difficultés. L'eau une fois supposée au dessus de son niveau vers les bords intérieurs de la couronne, si cette partie cesse d'être en communication avec l'air ambiant, on conçoit que l'on ne pourra élever la couronne au dessus du niveau de la masse extérieure du fluide, sans attirer en même temps la tranche d'eau qui s'y trouve renfermée; or, comme il est certain que les disques pleins ne se détachent eux-mêmes qu'après avoir entraîné à une certaine hauteur l'eau à laquelle ils adhèrent, la couronne couverte en entraînera de plus une portion indépendante de son aire de contact, & nous retrouvons dans cette portion la matière qui a porté à 48 grains l'effort nécessaire pour détacher la couronne lorsqu'elle a été couverte, & sans qu'il y ait eu réellement aucun changement dans les circonstances de son adhésion. Il ne faudroit guère qu'une tranche d'eau d'une ligne au dessus de l'orifice, pour représenter les 15 grains d'augmentation, si la couronne se séparoit au moment où cet orifice a atteint le niveau du fluide environnant; il en faut bien moins encore, la séparation ne se faisant qu'à quelque distance de ce niveau, & l'eau élevée, de quelque manière que ce soit, devant faire impression sur les contrepoids.

Le principe sur lequel s'appuie cette explication n'a rien d'hypothétique; c'est celui de la pompe aspirante, c'est bien la pression de l'air, mais très-différente de la pression verticale supposée par M. Dutour, agissant sur les disques & proportionnelle à leur amplitude. Ici c'est la colonne de l'athmosphère qui pèse, non sur les disques ou les cylindres couverts, mais au contraire sur toute la masse du fluide dans lequel ils sont plongés, qui, par son poids, force l'eau à suivre le mouvement de ces cylindres, & à tenir l'air qu'ils renferment dans le même état de compression qu'il avoit auparavant, suivant la loi de l'équilibre. Si quelqu'un pouvoit en douter, il n'auroit qu'à suspendre un de ces cylindres à un point fixe, après y avoir fait entrer l'eau à une certaine hauteur, & baisser ensuite le niveau de l'eau dans laquelle il seroit plongé; il seroit bientôt convaincu que les cylindres d'eau & d'air renfermés conservent leur même position respective, à la très-petite différence près de ce que l'excès de pesanteur de l'eau sur celle de l'air ajoutoit au poids de la colonne correspondante, quand l'orifice du vase étoit plus au dessous du niveau de l'eau; dans ce cas, cependant, il est bien évident que la pression de l'air sur le cylindre est nulle.

Si j'insiste sur ces vérités, ce n'est pas que je veuille faire croire que M. Dutour a pu méconnoître des principes aussi familiers; mais leurs conséquences échappent facilement dans l'explication des phénomènes qui dépendent de plusieurs causes combinées. Cette même expérience que je propose pour vérifier ici la réalité d'un poids additionnel à la force apparente d'adhésion, ce savant Physicien l'a faite lui-même pour observer la retraite qui précède la séparation des disques, (*voyez ci-devant n. 6.*) & il n'a pas vu que l'adhésion étant la même, le disque rendu immobile, elle ne pouvoit être attribuée à la pression qu'il éprouvoit.

Dans les expériences décrites sous les *n*os. 2 & 3, M. Dutour a très-bien compris que les colonnes d'eau & de mercure logées dans l'intérieur des cylindres fermés par le haut, & qu'il falloit élever au dessus du niveau du fluide environnant, formoient un poids absolument étranger à la force d'adhésion qu'il vouloit mesurer; il l'a donc évalué pour le soustraire, & considérant le reste comme la mesure exacte de la force que nous nommons adhésion, il en a conclu le rapport des adhésions du mercure & de l'eau au verre :: 212 : 39; rapport qui diffère en effet très-peu de celui de 5 à 1, qu'il avoit trouvé par l'application d'un disque de 6, 7

lignes de diamètre, à la manière du Dr. Taylor : mais il tire de ces résultats deux conséquences ultérieures sur lesquelles je dois m'arrêter.

La première est que ce rapport étant très-éloigné des densités respectives des deux fluides, il est difficile d'admettre que les intensités de l'adhésion soient en raison des points de contact : la réponse à cette objection est que la somme des points de contact n'est pas seulement comme la quantité de matière renfermée par la circonférence du disque, mais comme le produit de la quantité de ces molécules par la portion de leurs surfaces, qui peut réellement devenir contiguë aux molécules du fluide, ce qui dépend de leur figure. Comment ce Physicien, qui compare si souvent l'adhésion à l'affinité chymique, n'a-t-il pas vu que c'étoit cette *attraction élective* qui faisoit cesser le rapport des pesanteurs spécifiques ? Quoique l'eau ne paroisse avoir guère plus d'action sur le verre que sur le mercure, elle l'attire cependant plus puissamment, puisqu'elle le mouille, ce que ne fait pas le mercure. Ainsi, le même disque de verre adhère plus au mercure, parce que celui-ci est plus dense ; & il adhère à l'eau plus que dans la proportion de sa densité, parce que, par la figure de ses molécules, elle a plus d'aptitude à devenir contigue à ses parties constituantes.

N'est-ce pas encore pour n'avoir pas tenu compte de toutes les circonstances de l'expérience, que M. Dutour, étonné de la grande adhésion de ce cylindre, dont les parois n'avoient que $\frac{1}{7}$ de ligne d'épaisseur, a été conduit à en conclure que l'adhésion n'étoit pas en raison du contact, mais comme le champ de la pression verticale circonscrit par le cylindre ? En effet, le contact n'est pas seulement dans l'espace étroit des bords inférieurs, il est par-tout où l'eau & le verre se touchent ; il est donc dans toute la surface intérieure jusqu'à la hauteur de la colonne qui est soulevée avec lui ; il est de même dans la portion de la surface extérieure qui se trouve enfoncée au dessous du niveau de l'eau, de manière que le poids employé pour ramener l'orifice de ce cylindre au niveau du fluide, n'est pas seulement le poids de la colonne de ce fluide, mais le poids de cette colonne, plus la résistance de l'adhésion à la surface circulaire extérieure, qui seule est vaincue, l'adhésion de la surface intérieure & de l'orifice persévérant alors dans le même état. La preuve de cette vérité sort d'une des expériences de M. Dutour ; car il est impossible d'expliquer autrement comment son cylindre de 11 lignes de diamètre, après s'être enfoncé spontanément de 3 lignes dans l'eau, auroit pu exiger 15 grains pour être rétabli comme au premier moment que l'eau l'a atteint, c'est-à-dire, son orifice au niveau du fluide. Il ne peut être ici question du champ circonscrit de la pression verticale, le cylindre étoit ouvert par le haut ; il n'y a point de colonne d'eau intérieure à évaluer, elle n'est point soulevée ; les loix hydrostatiques ne sont ici pour rien, ou plutôt, comme le remarque très-bien M. Dutour, ces loix sont enfreintes, puisque le cylindre, dont la pesanteur est rendue nulle, déplace pourtant le fluide : il n'y a donc réellement que l'adhésion aux parois latérales qui puisse produire cette résistance, comme il n'y a que l'attraction qui puisse décider l'immersion d'un corps suspendu en équilibre.

A la vérité, cette force d'adhésion latérale n'est pas fort considérable, puisque le contact horizontal de l'orifice devoit produire lui seul, suivant l'évaluation moyenne, une résistance de 11 grains, & que 15 $\frac{1}{2}$ ont déterminé la séparation ; mais il faut faire attention que le poids de l'eau déplacée par l'enfoncement du cylindre, doit être compté pour quelque chose. Dès que le vaisseau ne pèse pas par lui-même, il est évident que le fluide doit résister à sa tendance à l'immersion, & cette résistance absorbe ou compense une partie de la puissance qui l'attire, ou qui le retient. Voilà sans doute pourquoi il n'y a point d'immersion avec les disques ou les cylindres solides d'un certain volume ; voilà pourquoi les tubes, dont les parois sont plus épaisses, s'enfoncent moins : dans le premier cas, le poids de l'eau à déplacer surpasse toute la force d'attraction ; dans le second, il fait équilibre à une plus grande partie de cette puissance.

L'estimation de cette quantité d'eau portée au dessus de son niveau par l'immersion d'un corps dépourvu de pesanteur, est donc un élément qu'il est indispensable d'ajouter dans les calculs de ces sortes d'adhésions ; & avec cette attention, non-seulement on parviendra à concilier tous les effets, mais je ne doute pas que cette méthode de M. Dutour n'ouvre dans la suite un nouveau champ à des observations curieuses.

Après cette discussion, que j'ai cru indispensable pour établir les principes, j'examinerai plus rapidement les autres doutes proposés par le même Physicien.

Si c'est l'attraction qui produit l'immersion (dit M. Dutour), elle devroit, ce semble, être plus considérable, à grosseur égale des tubes, quand ils sont moins capillaires & les parois plus épaisses : on vient de voir une des raisons pour lesquelles c'est le contraire qui arrive, il y en a une autre qui répond encore plus directement à cette objection. C'est qu'il ne s'agit pas ici de cette *attraction lointaine* que les centres de gravité exercent les uns sur les autres, mais de cette *attraction élective* de contact qui se manifeste dans un degré bien supérieur ; or, ce qu'ajoute à la première la masse de verre d'un tube de calibre étroit, doit être compté pour rien en comparaison de la surface de contact intérieur qui décroit en proportion de cette épaisseur.

Cette immersion spontanée des tubes & des cylindres, lorsqu'ils sont suspendus en équilibre à fleur d'eau, est un fait dont l'examen peut fournir bien des conséquences intéressantes ; mais d'après ce que je viens de dire, il faudra toujours avoir égard au

poids du fluide que cette immersion déplace, & c'est vraisemblablement la grande pesanteur du mercure, qui, dans ce cas, rend absolument inefficace l'attraction qui tend à la produire, & qui n'est pas moins réelle, puisque, dans d'autres circonstances, elle se manifeste par l'adhésion.

J'ai mis dans cette position différens tubes capillaires, j'ai toujours observé l'immersion, mais la diminution d'ascension de la colonne intérieure ne m'a pas paru dans un rapport constant, je n'y ai pas sans doute donné tout le temps nécessaire pour atteindre la précision de cette expérience délicate; car, comme le dit M. Dutour, la moindre oscillation fait monter la colonne & elle ne redescend plus. Cependant j'ai vu bien distinctement un de ces tubes dans lequel l'eau se soutenoit à 11 ½ lignes au dessus de son niveau, dont l'intérieur avoit été mouillé auparavant pour rendre l'ascension plus facile, s'enfoncer de 2 ½ lignes & y demeurer plusieurs heures sans que l'eau s'élevât intérieurement de plus de 5 lignes, & par conséquent plus de 2 ½ lignes au dessus de son niveau. Ce tube fut enlevé & détaché par un contrepoids de 1 ½ grain.

Il seroit intéressant de découvrir la vraie cause de ce phénomène que M. Dutour n'a pas vu une seule fois, mais qu'il a vérifié & comparé avec des tubes de différens calibres. C'est ce qui me détermine à décrire son appareil, pour qu'on puisse suivre exactement la manière dont il a procédé dans ces expériences.

« La figure I (*planches de Chymie générale*) représente une espèce de cage formée de deux montans C, C & de deux traverses A, A : sur la traverse supérieure est placée une portion de soliveau d'un bois un peu pesant D, garni d'un crochet S, long d'environ deux pouces, au bout duquel est suspendu le trébuchet. Entre le soliveau & la traverse, vis-à-vis à peu près de la chasse du trébuchet, est implantée une lame de couteau I, assez longue pour passer au delà de la chasse, & qui, mobile sur sa pointe, peut décrire par l'autre bout un arc de cercle, être appliquée contre la chasse, ou en être écartée plus ou moins, & ainsi, dans le premier cas, y contenir l'aiguille & empêcher le fléau de s'incliner, & dans les autres soutenir l'aiguille & le fléau à tels degrés d'inclinaison qu'on veut.

» Une très-étroite bande de papier divisée par lignes, & dont les diverses portions, de trois lignes chacune, sont différemment colorées, pour les faire distinguer plus nettement à l'observateur, a été logée dans un tube de verre Z, qui, fixement arrêté dans le vase V, destiné pour la masse d'eau, se trouve à côté & tout près du tube suspendu pour les expériences; ensorte que les degrés de son immersion, & ceux de l'ascension de l'eau dans le tube, sont aisément reconnus à l'aide de cette échelle.

» Avant de mettre dans le vase V, l'eau qui doit atteindre précisément l'orifice du tube suspendu en équilibre au trébuchet, & dont à cet effet la dernière portion n'y doit être versée que goutte à goutte, on applique la lame I tout contre la chasse du côté du point de suspension du tube, qui dès-lors, quand l'eau vient à l'atteindre, ne peut être entraîné, ou ne peut l'être qu'extrêmement peu au dessous de la superficie de la masse d'eau. Mais il l'est ensuite à un certain point, si on vient à écarter tout doucement la lame d'auprès de la chasse; & l'aiguille s'incline de ce côté. C'est à modérer cette immersion dans le moment du contact du fluide & du tube, & à la restreindre, en obviant aux balancemens, au degré précis qu'exige la cause qui tend à les faire pénétrer l'un dans l'autre, que ce procédé & cet appareil sont destinés principalement.

» Il faut cependant observer que si alors l'aiguille du fléau se trouvoit d'avance appuyée sur la lame I, ce seroit comme si le tube étoit suspendu à un point fixe, & que l'eau s'y éleveroit assez vite à la hauteur ordinaire, & même tout-à-coup, s'il étoit déjà mouillé ou humide en dedans. Il doit donc être laissé entre l'aiguille & la lame un petit intervalle, ou aussi grand seulement, ou un peu moindre que celui qu'exige l'inclinaison convenable pour laisser enfoncer le tube de deux lignes dans la masse d'eau; & avoir attention, quand l'aiguille, en s'inclinant, a frappé la lame, de se presser d'écarter cette lame doucement au-delà, pour que l'aiguille cesse incontinent d'y être appliquée & d'être arrêtée par elle ».

M. Dutour avertit encore que, pour évaluer avec plus de précision l'immersion des tubes, il appliquoit vers le haut une marque, en observant à quel degré de l'échelle elle correspondoit, & qu'il mesuroit l'ascension du niveau de la masse du fluide, sans avoir égard à l'anneau plus élevé que l'eau forme toujours autour des tubes.

Enfin, il a employé, pour contrepoids, des bandes étroites & longues de 18 lignes, prises dans des cartes, pesant chacune un demi-grain, pour avoir la facilité d'en ôter successivement plusieurs, & d'augmenter l'immersion en rendant au tube une certaine pesanteur, sans causer aucun ébranlement. C'est ainsi qu'il a observé, après avoir ôté 8 grains du bassin des contrepoids, que trois tubes d'égale grosseur, mais de calibre différent, s'étoient enfoncés doucement de 17 lignes, & que le degré d'ascension de la colonne intérieure au dessus du niveau a été *le même que dans l'état d'équilibre*; c'est-à-dire, *toujours moindre dans chacun de ces tubes mobiles, que s'il eût été suspendu à un point fixe.*

Y auroit-il réellement une compensation entre cette diminution d'ascension intérieure & l'immersion du tube, comme étant deux effets engendrés par la même puissance? Il ne me paroit guère possible d'admettre cette explication, puisque l'immersion n'est pas plus considérable, lorsqu'on empêche toute ascension en bouchant l'orifice du tube; ce

qui devroit arriver dans cette hypothèse. Cette cause ne doit être cherchée que dans la différence de la suspension à un point fixe & de la suspension en équilibre; j'avoue que ces circonstances ne me fournissent aucune conjecture, ce qui n'ôte rien sans doute à l'intérêt de l'observation, mais qui peut faire naturellement desirer de la voir confirmer par de nouvelles expériences. Si ce sont les faits qui s'écartent le plus des loix connues qui avancent le plus nos connoissances, ce sont aussi ceux pour lesquels on est en droit d'exiger des preuves plus multipliées, avant que de s'occuper à les classer dans le système général.

Si l'on avoit besoin d'un nouvel argument contre l'influence de la pression athmosphérique dans nos adhésions, on le trouveroit dans l'immersion des cylindres solides; car, puisque, sans avoir par eux-mêmes aucune pesanteur, ils déplacent un fluide dont toute la masse est exposée à cette pression, il est clair que cet effet dépend d'une force contraire. Dans ces circonstances, j'ai vu un fil de fer bien décapé, de $\frac{2}{3}$ de ligne de diamètre, s'enfoncer assez promptement d'une ligne; le lendemain je le trouvai plongeant à plus de 3 lignes au dessous du niveau de l'eau; l'extrémité étoit déjà chargée d'un peu de rouille; il ne fallut qu'un contrepoids de 2 $\frac{1}{2}$ grains pour l'emporter. Un fil de laiton de même grosseur ne s'est pas enfoncé de plus de 1 $\frac{1}{2}$ ligne dans le même espace de temps; mais je n'ai pas vu sans surprise qu'il falloit un contrepoids un peu plus fort pour le détacher. Il est certain que l'action de l'eau sur le fer est bien plus sensible que sur le cuivre jaune; d'autre part, la densité du fer est d'environ $\frac{1}{11}$ moindre que celle du laiton : il semble donc que la combinaison de ces deux causes pourroit servir à concilier ces deux effets, comme dans les Tables de M. Achard elle sert à prouver que la matière propre du fer est plus attirée par l'eau que la matière du laiton, quoique l'expression de la force d'adhésion du premier soit plus foible, parce qu'elle est au dessus de celle qu'indique le rapport des densités respectives. Ce n'est là sans doute qu'une probabilité; mais elle mérite d'être examinée; on peut facilement la vérifier, en multipliant les comparaisons, & pour-lors l'observation des degrés d'immersion spontanée contribueroit à assurer notre marche dans la détermination des adhésions & des affinités.

M. Dutour, après avoir considéré la pression verticale de l'athmosphère comme une des causes de l'adhésion, fait aussi concourir la *pression latérale* de l'air à la séparation du solide avec le fluide, & les faits rapportés sous les *n°s*. 5 & 6, lui paroissent fonder cette conclusion. Je pourrois me borner à répondre qu'elle répugne aux principes d'Hydrostatique, suivant lesquels les fluides pèsent en tous sens & toujours proportionnellement à la hauteur de la colonne qui les charge; car dans le cas dont il s'agit, les colonnes étant égales, il n'y a pas de raison pour que l'une des pressions l'emporte sur l'autre, & tout doit rester en équilibre, jusqu'à ce qu'il survienne une force étrangère : mais j'essaierai encore de donner la solution particulière des difficultés que présentent ces expériences.

Dans l'expérience *n°*. 5, le disque de verre doit toucher non-seulement à l'eau, mais encore à l'orifice du cylindre qui la contient; c'est la condition essentielle pour faire cesser toute action de l'air; or, quelque minces que soient les parois de ce vase, il y a, de plus que dans les circonstances ordinaires, adhésion du verre au verre, adhésion que l'on sait être très-puissante entre deux verres polis, sur-tout lorsqu'ils sont mouillés (1). Il n'est donc pas étonnant que la résistance à la séparation soit plus que double de celle qu'oppose le même disque simplement en contact avec l'eau. Nous verrons bientôt une disproportion bien plus étonnante dans des circonstances tout-à-fait semblables.

Pour ce qui est de la retraite du fluide sous le disque, & de la réduction de l'aire de contact qui en résulte au moment qui précède la séparation, il me paroit encore facile de la concevoir sans le secours de la pression latérale de l'air. Si l'effort que l'on applique pour enlever le disque, ou, ce qui est la même chose, pour en détacher le fluide, lorsque c'est le disque qui est fixe, étoit tout d'un coup porté au degré nécessaire pour rompre l'adhésion, on ne verroit point se former de lame intermédiaire entre le disque & le niveau du fluide, & le contact cesseroit en même temps dans toute la surface, ou du moins avec tant de rapidité, que le niveau du fluide n'éprouveroit pas un changement sensible; mais comme on augmente successivement le contrepoids, il faut bien que cette puissance produise quelque effet, il se manifeste par l'élévation du fluide au dessus de son niveau, & quand le poids du fluide soulevé surpasse la force d'adhésion, la séparation s'effectue plutôt parce que le fluide retombe, que parce que le disque est enlevé par le contrepoids; ce contrepoids n'étant réellement que la mesure de la pesanteur de la colonne de fluide entraîné.

Cela posé, il est tout simple que les parties du fluide les plus voisines des bords du disque se détachent les premières, qu'elles déchargent la lame

(1) Pour donner une idée de cette adhésion, je rapporterai ici un fait dont j'ai été témoin. Dans un attelier de polissage, on avoit mis en piles de petites glaces qu'on nomme *numeros*, d'environ 8 pouces sur 4, simplement doucies; lorsqu'on voulut séparer deux de ces glaces qui étoient dans le bas de la pile, l'une emporta du milieu de l'autre une écaille de 9 lignes de longueur sur 3 $\frac{1}{2}$ dans la plus grande largeur, sans qu'il y eut en cet endroit ni grain, ni aucun autre défaut; c'est-à-dire, qu'à la faveur de quelques circonstances, l'adhésion du contact étoit parvenue au point de surpasser la cohésion même du verre.

circulaire en la rétrécissant jusqu'à un certain point, & toujours en proportion de ce qu'elle gagne en épaisseur ; que cette lame ait tantôt la forme d'un cône droit, tantôt celle d'un cône renversé, suivant que le fluide est plus ou moins dense, suivant que la cohésion de ses parties est plus grande ou plus petite que son adhérence au solide : l'air ne joue ici certainement d'autre rôle que d'occuper subitement l'espace produit par la solution de continuité; on en auroit bientôt la preuve, en répétant ces expériences dans le vuide de la machine pneumatique, où je suis convaincu qu'elles présenteroient absolument les mêmes effets ; en un mot, notre estimation de l'adhésion n'en est pas moins exacte, & il n'y a pas plus de raison de soupçonner qu'elle doive être rapportée à l'aire réduite au moment qui précède la séparation, que d'attribuer la résistance totale au seul point de contact du centre, dont l'adhésion n'est également rompue qu'après la séparation, à la vérité plus rapide, mais toujours successive de toutes les lignes concentriques.

Il nous reste à examiner une dernière question qui n'est pas la moins difficile, c'est celle qui regarde *la cohésion des parties du fluide & la part qu'elle peut avoir à l'effet, lorsque le solide en emporte quelques parties.* Nous avons vu que M. Achard, après avoir soupçonné qu'elle pouvoit influer très-sensiblement dans la résistance à la séparation, & établi ses calculs dans cette supposition, étoit revenu à considérer l'adhésion proportionnelle aux points de contact comme la cause unique de cette résistance. D'autre part, MM. Dutour & Bésile soutiennent que toutes les fois que le solide est mouillé, la séparation s'opère dans les parties mêmes du fluide ; que c'est pour lors leur cohésion seule qui est mesurée, & que la méthode du Dr. Taylor n'est plus applicable. L'une & l'autre de ces propositions sont trop générales ; en les limitant aux cas où elles sont vraies, nous laisserons encore un champ assez vaste aux observations de ce genre, en même temps que nous en assurerons les conséquences.

Ou la cohérence des parties du fluide entre elles est beaucoup plus forte que son adhérence à un solide donné ;

Ou elle est beaucoup plus foible ;

Ou elle est à peu près égale ;

Voilà bien les trois cas qui peuvent se présenter, & on ne nous contestera pas la faculté de comparer entre elles ces deux puissances, puisque nous sommes parvenus à leur donner une estimation, & qu'il s'agit de savoir si nous ne prenons pas la mesure de l'une pour celle de l'autre.

Dans le *premier cas*, on est d'accord que la résistance à la séparation ne reçoit aucune augmentation de la cohésion ; c'est celui du mercure avec le verre, avec le marbre, avec tous les métaux qu'il ne mouille point ; il n'est fluide à leur égard que par la faculté de s'appliquer à leur surface ; il s'en sépare comme le feroit un corps solide, sans y rien laisser de sa substance.

Dans le *second cas*, & la cohérence supposée beaucoup plus foible, il est évident qu'on ne peut estimer, même par approximation satisfaisante, la force d'adhésion ; car si la première répond, par exemple, à 50 grains, & la seconde à 100, on conçoit que, dès que le bassin des contrepoids sera chargé de 50 grains, plus d'un poids égal à la portion de fluide qui doit rester attachée au corps solide, la séparation se fera sur-le-champ, & par conséquent bien long-temps avant qu'on ait seulement approché de la somme des poids qui représenteroit en effet la force d'adhérence. Sur quoi il faut remarquer que la portion de fluide dont le solide reste mouillé, est encore d'autant plus petite, que la cohérence des parties du fluide est plus foible, ou du moins en raison composée de cette cohérence & de la densité; car, comme l'observe M. Dutour, si on met une goutte d'eau sur le plan d'une glace inclinée, elle coule rapidement jusqu'à l'extrémité, & là une portion se trouve fixée par le contact, le surplus est retenu par les liens de la cohésion.

Ceci nous donne l'explication de plusieurs faits consignés dans les Tables de M. Achard, & qui, au premier coup d'œil, paroissent s'écarter des affinités connues, ou démentir le principe qui les fait dériver de la même cause que l'adhérence. On sait, par exemple, que l'esprit de vin dissout la cire à cacheter, sur laquelle l'eau n'a point d'action ; cependant l'adhésion avec celle-ci a été trouvée de 92 grains, celle avec l'esprit de vin n'étoit que de $53\frac{1}{4}$, & en tenant compte des densités respectives, elle devoit aller à 77, 46 pour atteindre seulement l'égalité. Il n'y a pas de doute que la facilité avec laquelle le liquide spiritueux a abandonné la portion qui étoit en contact, n'ait été un obstacle à la déterminaison de l'intensité réelle de l'adhésion.

Ainsi, ce seroit s'abuser volontairement, que de prétendre que tous les fluides se prêtent également à l'estimation des adhésions, suivant la méthode du Dr. Taylor ; on ne doit au contraire admettre qu'avec la plus grande défiance les observations faites avec de semblables liqueurs, dont la volatilité, l'expansibilité annoncent une matière rare & des molécules qui ne se touchent qu'en un petit nombre de points ; au moins jusqu'à ce que leur cohérence déterminée d'avance par des procédés appropriés nous mette à portée de distinguer sûrement ce qui appartient à chacune des causes.

Il en est autrement du *troisième cas* où la cohérence, quoique toujours plus foible, se rapproche cependant à un certain point de l'adhérence. Il est bien vrai que le corps solide reste mouillé, & qu'ainsi une partie du fluide est séparée de la masse ; mais il ne faut pas se presser d'en conclure que l'effort employé, pour la séparation, n'est que l'effort nécessaire pour vaincre la cohérence ; cette conséquence seroit démentie par une foule d'observations : car, dans cette supposition, la résistance d'un même fluide devroit se trouver constamment égale pour tous les solides qu'il mouille ; c'est ce qui n'arrive

pas : au contraire, les disproportions sont si grandes & si constantes, qu'il est impossible de les attribuer à cette imperfection accidentelle de la manipulation qui produit de petites variétés dans les résultats. On n'imaginera pas sans doute que la différence de 74 grains que j'ai observée entre l'adhésion de l'or & celle du bismuth au mercure, que celle de 32 grains entre l'adhésion de l'argent & celle du plomb au même fluide, &c. quoique ces métaux s'en séparent *sensiblement mouillés*, puissent être rapportées à une semblable cause. Les expériences de M. Achard ne sont pas moins décisives à cet égard ; il suffit de jeter un coup d'œil sur ses Tables, pour se convaincre que les variations dépendent d'une propriété étrangère à la cohérence du fluide, que ces variations affectent une progression correspondante à la densité du solide, ce qui doit être dans notre hypothèse, ce qui ne devroit pas être dans le systême de l'objection ; en un mot, que dans six cents essais sur trente fluides, il ne s'en est pas trouvé un seul dont les résultats aient gardé cette uniformité qu'annonce la rupture d'une colonne égale d'une même substance. Avec l'eau, la différence a été de 80 à 101 ; avec l'acide vitriolique, de 104 à 199 ; avec l'acide nitreux, de 85 à 130 ; avec l'acide muriatique, de 83 à 164. Les différences sont moins considérables dans les colonnes des liqueurs volatiles, ainsi que l'on doit s'y attendre, par la raison que j'en ai donnée plus haut, que leur peu de cohérence ne donne pas le temps de mesurer toute la force d'adhésion. Quelquefois ces différences, quoique foibles, s'accordent si bien avec celles d'un autre fluide analogue, comme dans les colonnes des huiles, qu'elles ne peuvent encore être regardées comme l'effet des irrégularités de l'expérience.

Il y a donc très-certainement une force étrangère à la cohésion que l'on peut mesurer dans ces expériences, sinon rigoureusement, du moins par comparaison & de manière à en tirer des rapports satisfaisans. Le P. Bésile semble le reconnoitre, lorsqu'il soutient, ou, pour mieux dire, lorsqu'il prouve que la cohésion ne peut être exactement déterminée que quand on emploie des tubes qui ne restent pas simplement mouillés, mais qui retiennent tout le fluide qu'ils avoient reçu, de sorte que la séparation s'opère dans une ligne parallèle à la base du cylindre. *Voyez* COHÉSION.

Cette force n'est pas la pesanteur du fluide que remporte le disque ; la portion de ce fluide ne varie presque pas avec les fluides qui ne laissent point de traces sensibles de dissolution ; même avec les métaux qui s'amalgament avec le mercure, il n'y a nulle proportion entre la petite augmentation de poids qui en résulte, & la grande résistance à la séparation, quoiqu'on maintienne volontairement le contact plus que l'opération ne l'exige ; avec les acides, le solide entamé par la dissolution perd plus de son propre poids, qu'il n'en acquiert par le fluide qui le mouille, & nous avons vu précédemment que cela n'empêchoit pas l'acide vitriolique de manifester par l'adhésion une affinité plus grande avec le marbre qu'avec 18 autres solides.

On demandera sans doute comment il peut se faire que ce soit le fluide qui se sépare, & que ce soit l'adhésion au solide qui soit mesurée? Il n'est pas aisé de donner une solution rigoureuse de ce problème ; mais, indépendamment de ce que la possibilité est démontrée par une suite d'observations, cet effet peut se concevoir de diverses manières.

Que l'on applique l'une sur l'autre deux glaces polies, telles qu'on les trouve ordinairement, elles n'auront qu'une adhérence assez foible ; que l'on les mouille & qu'ensuite on cherche à les écarter dans une ligne bien perpendiculaire à leur plan, on éprouvera une résistance non-seulement plus considérable, mais qui surpassera de beaucoup toute estimation de la cohérence de l'eau, par quelque procédé que ce soit : voilà ce qui arrive quand la couche d'eau intermédiaire est aussi mince qu'il est possible, ce qui n'empêcheroit pas de dire que la séparation se fait dans la couche d'eau elle-même, puisque les deux glaces restent mouillées, & qui pourroit déjà faire penser que, malgré cette circonstance, la force produite par le contact du verre au verre se combine ici avec la force de cohésion du fluide interposé.

Mais il y a un moyen de rendre cette expérience encore plus concluante ; au lieu de mouiller simplement les deux glaces, que l'on laisse entre elles une lame d'eau telle qu'au premier effort que l'on fait pour les séparer, on voie cette lame d'eau se retirer tout autour sous le disque, & présenter une épaisseur sensible ; on observera que ce premier écartement des glaces s'opère avec la plus petite force, que l'intensité de la résistance ne commence que quand toute l'eau est rassemblée sous le disque, que la séparation se fait alors bien manifestement dans la tranche d'eau, & cependant qu'elle exige une force très-supérieure à la résistance ordinaire de ce fluide.

J'ai pris une glace taillée en rond de 36 lignes de diamètre ; je l'ai appliquée, le plus exactement que j'ai pu, à une autre glace ; je ne suis pas parvenu à produire une adhésion au dessus de 13 grains : j'y ai mis une seule goutte d'eau que j'ai étendue pour en couvrir toute la surface, & elle a été de nouveau appliquée sur le même plateau de glace ; je n'ai pas tardé à m'appercevoir qu'il me falloit une forte balance & non un trébuchet pour mesurer l'adhésion qui en résultoit ; le plateau de glace pesant près de 10 onces a été enlevé ; après avoir chargé ses bords, j'ai continué d'ajouter des contre-poids, & la séparation ne s'est faite que lorsqu'il y a eu dans le bassin opposé 41 onces 7 gros $\frac{1}{2}$.

Une autre fois, au lieu d'une seule goutte d'eau, j'en ai mis entre les deux glaces une suffisante quantité pour former une lame de l'épaisseur d'un 10[e]. de ligne, de manière qu'elles couloient très-facilement l'une sur l'autre ; alors 8 onces 1 gros 39 grains ont suffi pour vaincre la résistance à la séparation.

Si

Si l'on cherche maintenant par le calcul quelle seroit la résistance d'un disque de 36 lignes de diamètre en contact avec une masse d'eau suivant le procédé ordinaire, on trouve, en prenant pour base l'estimation de la Table IV pour un disque de 18 lignes de diamètre, que celui-ci seroit emporté par un contrepoids de 364½ grains; car 324 *quarré du diamètre 18* : 1296 *quarré du diamètre 36* :: 91 : 364. D'où il résulte que, dans la première de ces deux expériences, la résistance est 66 fois plus grande, & près de 13 fois dans la seconde. On n'imaginera certainement pas que la puissance, qui lie entre elles les molécules d'eau, puisse varier dans une proportion aussi prodigieuse; cependant la séparation s'opère bien encore dans la couche d'eau; cela est sur-tout manifeste dans la seconde expérience : il est donc démontré que l'effet que l'on prend pour la force de cohérence, varie en raison de la force du contact du fluide qui se rompt aux solides qu'il touche.

D'autre part, si l'on se représente le cylindre fluide, soulevé au dessus du niveau de la masse, comme un faisceau de plusieurs files de petites sphères suspendues perpendiculairement les unes au dessous des autres en forme de chapelets, on peut imaginer comment la cohérence paroîtra varier à raison de l'adhésion au corps solide; car, si on suppose que le nombre de ces files soit = 100, que le disque solide A du même diamètre ne puisse recevoir le contact que de 50 de ces sphères; que le disque solide B admette au contraire le contact de 80 de ces molécules sphériques; il est évident que, la rupture se faisant toujours dans le fluide, elle se fera plus promptement, ou exigera un moindre effort pour le disque A, que pour le disque B; par la raison qu'à poids égaux ajoutés pour détacher ces disques, ou, ce qui est la même chose, à égale hauteur du cylindre d'eau soulevé, la charge qu'éprouveront les molécules voisines de celles contiguës au solide, sera en raison inverse du nombre des molécules en contact immédiat avec ce solide; & qu'ainsi la puissance, qui, dans le premier cas, tend à séparer de ces molécules la masse entière du cylindre, & qui agit ainsi directement sur la cohérence, sera à la même puissance dans le second cas :: 50 : 20. On ne sera pas embarrassé après cela d'expliquer comment, la séparation faite, le disque se trouve mouillé par-tout uniformément, c'est un second effet de l'attraction absolument analogue au phénomène que présente toute matière visqueuse, lorsqu'étant déchargée de la plus grande partie de la masse qui l'entraînoit, elle remonte spontanément & reprend l'équilibre de cohérence sur elle-même, & d'adhérence au corps qu'elle touche.

Nous pouvons donc conclure maintenant que la méthode du Dr. Taylor est exacte; que la force qu'elle mesure est véritablement l'adhésion & une adhésion indépendante de toute pression de l'air; qu'elle en donne une évaluation rigoureuse ou absolue, toutes les fois que le solide ne reste pas mouillé; que, lors même que l'adhérence du fluide au solide l'emporte sur la cohérence des parties du fluide, pourvu que celle-ci ne soit pas très-foible, les résultats de l'expérience participent tellement de la force d'adhésion, qu'ils peuvent être considérés comme des rapports très-rapprochés de l'intensité de cette puissance; que ces rapports peuvent être déterminés même avec des fluides qui dissolvent les solides, soit par l'application des surfaces, soit par l'immersion spontanée des cylindres à la manière de M. Dutour, qui paroît devoir laisser moins de prise à l'action répulsive des gas; que cette puissance ne peut varier qu'en raison des points de contact & de l'aptitude des figures des parties élémentaires à en augmenter ou diminuer la somme; enfin, que tous ces effets procédans de l'attraction prochaine, dépendans manifestement de la même cause qui produit les affinités, correspondans déjà sensiblement aux affinités, leur observation peut nous conduire à découvrir, à comparer, à exprimer en nombre les rapports d'affinités.

Convaincu de l'utilité de ces recherches pour hâter les progrès de la Chymie-physique, je n'ai pas dû négliger de mettre en évidence les principes qui leur servent de base, d'autant plus que quelques-uns des plus célèbres Chymistes paroissent encore peu disposés à les adopter; voilà ce qui m'a engagé dans une discussion que l'on ne s'attendoit peut-être pas à trouver dans cet Ouvrage. Je la terminerai par un exemple de la manière dont ces principes peuvent être appliqués à la Chymie, & de ce qu'il faut observer pour en tirer de justes conséquences.

Dès mes premières expériences, j'eus occasion de reconnoître que le verre adhéroit plus à l'eau qu'à la dissolution de potasse; comme il ne s'agit pas ici de potasse caustique, mais de potasse saturée en grande partie d'acide méphitique, cela n'a rien d'étonnant, puisque les Chymistes savent que l'eau chargée d'acide méphitique décompose sur-le-champ la liqueur des cailloux. Si on consulte à ce sujet les Tables de M. Achard, on pourra juger au premier coup d'œil que nos observations ne s'accordent pas; l'adhérence du verre à l'eau distillée y étant évaluée à 91, & celle du même disque de verre à la liqueur alkaline à 105; la vérité est néanmoins que nos résultats concourent à établir la même différence d'attraction élective. En effet, si l'on tient compte, comme on le doit, de la densité, on voit que, pour que l'affinité fût seulement égale, il faudroit que celle du verre au méphite alkalin fût de 124; car, 1000 *densité de l'eau* : 1368 *densité de la liqueur alkaline* :: 91 : 124, 49. La force d'adhésion de la dernière est donc réellement plus foible, & on l'aura plus foible par expérience comme par le calcul, si on emploie, comme je l'ai fait, une liqueur alkaline moins concentrée; qu'elle soit délayée au point de ne donner au pèse-liqueur que 1050, le rapport de son adhésion à celle de l'eau pure sera, pour

un disque de verre de même diamètre :: 80, 79 : 91. C'est ainsi que beaucoup d'anomalies apparentes disparoitront à l'examen. *Voyez* AFFINITÉ, ATTRACTION, COHÉSION & DISSOLUTION.

ADIPEUX. On donne souvent à la graisse les noms de principe adipeux, de substance adipeuse. *Voyez* ACIDE SEBACÉ, ANALYSE ANIMALE & HUILE GRASSE.

ADJUVANT. (*Pharm.*) Ce mot vient du latin *adjuvare*, & il est également employé en Pharmacie & en matière médicale.

Dans l'art de formuler & de combiner différentes drogues pour former une composition médicamenteuse, on appelle *adjuvant*, ou, suivant quelques Auteurs, *auxiliaire*, l'ingrédient qui facilite, augmente, détermine ou soutient l'action de la substance qui forme la base essentielle de la composition. *Voyez* BASE.

La pratique journalière fournit mille exemples de l'usage des adjuvans. Souvent il a la même vertu que la base, quelquefois même à un plus haut degré; alors on ne l'emploie qu'à une petite dose incapable d'agir seule, mais qui devient énergique lorsqu'elle est associée à une autre substance analogue. Dans ce cas, on fait entrer l'adjuvant dans la formule, seulement pour diminuer le volume de la base du remède dont le malade est dégoûté : par exemple, dit M. *Baumé*, lorsqu'un malade hydropique est las de prendre du jalap en boisson ou en bol, on peut, au lieu de lui en faire prendre un gros, comme il faisoit précédemment, ne lui en donner qu'un demi-gros, en le mêlant avec douze ou quinze grains de scammonée, qui est un hydragogue plus actif que le jalap.

D'autres fois l'adjuvant a des vertus différentes de la base; mais il en augmente l'activité, soit par quelque propriété chymique, soit par l'irritation qu'il porte aux organes sur lesquels le remède est appliqué : ainsi la solution d'un ou de deux grains de tartre antimonial ou stibié, dans deux ou trois onces d'eau, fournit, dans les cas les plus ordinaires, un vomitif suffisant. Cependant on facilite l'action du remède par l'addition d'une petite quantité de miel dans l'eau, ou en faisant dissoudre le tartre antimonial dans une légère infusion de camomille romaine; mais si l'estomac est inert ou peu sensible, comme on l'observe dans quelques affections comateuses, à la suite d'une attaque d'apoplexie; ou si les parois de ce viscère sont enduites d'une mucosité abondante & visqueuse, alors la solution de tartre antimonial, quoique donnée à haute dose, resteroit sans effet; mais en y ajoutant le vitriol de magnésie (sel d'epsom), ou le sel ammoniac, on augmente, on détermine plus sûrement l'action du vomitif; dans ces cas, l'adjuvant mérite le nom de stimulant ou d'acuant, *acuens*, qui lui a été donné par quelques Auteurs de matière médicale.

C'est par le choix judicieux des adjuvans que le Médecin se distingue dans certaines occasions; ainsi, comme le remarque *Bergius* au sujet du quinquina, dans les fièvres quartes d'automne, il faut toujours aiguiser, *acuere*, le quinquina par les additions des substances chaudes & amères : tantôt on augmente l'énergie de ce remède par l'addition de la racine de serpentaire de Virginie, de gentiane, &c. tantôt on soutient son effet par l'addition de quelque substance aromatique, comme la racine de gingembre, &c. D'autres fois on y ajoute quelque préparation martiale, quelque substance saline, principalement le sel ammoniac, ou les sels alkalins; enfin, on y ajoute l'opium ou le musc pour faire dominer sa vertu antispasmodique.

En Pharmacie, on peut appeller adjuvant l'ingrédient que l'on ajoute uniquement pour faciliter la préparation d'un remède; quelquefois l'adjuvant agit purement comme moyen méchanique & change absolument la forme de la drogue que l'on doit employer; par exemple, faut-il réduire en poudre le mica, on le fait promptement & facilement, ainsi que le remarque *Bergman*, en y ajoutant du muriate de soude, l'interposition de ce sel facilite la pulvérisation, & lorsqu'elle est achevée, on enlève aisément tout le sel en lavant la poudre dans l'eau : ce procédé peut s'employer avec avantage pour toutes les substances qui sont insolubles dans l'eau. Le camphre ne peut se réduire en poudre fine s'il est seul; mais en y ajoutant un peu d'amidon, on le pulvérise avec facilité, & alors on peut le délayer dans une composition emplastique.

D'autre fois l'adjuvant agit par quelque propriété chymique; ainsi, pour diviser le camphre & le porter dans quelque composition emplastique, on le pile avec quelques gouttes d'alcohol; mais s'il s'agit de le dissoudre pour une potion ou pour quelqu'autre remède dans lequel la partie spiritueuse seroit nuisible, alors on emploie le sucre & le jaune d'œuf, qui est une espèce de gomme animale & qui n'altère point les propriétés du camphre. Les gommes tirées des végétaux, telles que la gomme arabique, la gomme adragant, &c. produiroient le même effet : c'est encore par des propriétés chymiques que l'addition de quelques grains de muriate de soude, ou de nitre de potasse, facilite l'extraction des teintures aqueuses des bois, des racines aromatiques. Quelques Auteurs conseillent aussi ce procédé, lorsqu'on veut retirer par la distillation les huiles des bois aromatiques & compactes.

Nous nous bornons à ces généralités; la partie pharmaceutique de ce Dictionnaire contiendra, à l'article de chacune des substances qui ont besoin d'un second ingrédient pour en favoriser la préparation, les adjuvans les plus convenables aux effets que l'on se propose dans les formules que l'on peut envoyer chez le Pharmacien; c'est pourquoi nous ne nous étendrons pas davantage sur cet article. (M. C.)

ADOUCISSEMENT. On désigne quelquefois

par cette expression, l'opération par laquelle on rend aux métaux la ductilité dont ils ont été privés par l'écrouissement, & qui consiste à les recuire au feu. (*Voy.* ACIER & ÉCROUISSEMENT.) Lorsqu'il s'agit d'enlever à quelque substance les acides ou autres matières salines qu'elle ne retient que par adhésion & sans affinité, cette opération prend le nom D'ÉDULCORATION. *Voyez ce mot.*

ADULTÉRATION. (*Pharm.*) Mot dérivé du latin *adulteratio*, l'action de dépraver & altérer quelque chose de pur, en y mêlant d'autres matières qui ne le sont pas; ce terme est employé par quelques Pharmaciens pour désigner l'altération des drogues, des remèdes simples ou composés, qui se fait en y ajoutant des substances d'un prix inférieur & qui diminuent la vertu du remède. *Horstius*, dans la première partie du Dispensaire pharmaceutique universel, a fait un catalogue des remèdes simples adultérins ou sujets à l'adultération; ces altérations, toujours si dangereuses, ont encore été désignées sous les noms de *sophistication* & de *falsification*, qui sont même d'un usage plus général. *Voyez ces mots* (M. C.)

ÆS USTUM. *Crocus veneris*, *cuivre calciné*. Les Chymistes ne paroissent pas avoir eu des idées bien arrêtées sur la vraie nature des substances auxquelles ils ont donné ces noms. Neuman indique jusqu'à neuf procédés différens pour cette opération.

Le premier consiste à stratifier tout simplement le cuivre avec le soufre.

D'autres (dit-il) ajoutent du sel commun.

Plusieurs y veulent encore du nitre.

Quelques-uns emploient le résidu de la distillation du vitriol de cuivre.

Ici on l'édulcore avec soin.

Là on le défend expressément.

On recommande ailleurs de faire rougir plusieurs fois les lames de cuivre, & de les éteindre dans l'huile de lin avant que de les stratifier avec le soufre.

Il y en a qui, après toutes ces opérations, font encore rougir le produit, le retrempent dans l'huile de lin & lui font subir enfin une assez forte calcination. C'est la recette de Lémery, qui, pour avoir un beau *crocus* de cuivre *haut en couleur*, faisoit rougir neuf fois l'*æs ustum*, l'éteignoit chaque fois dans l'huile de lin, en couvrant le vase, pour qu'elle ne s'enflammât pas, & changeant trois fois l'huile.

Neuman paroît ne pas désapprouver ceux qui, avant la stratification avec le soufre, font rougir plusieurs fois le cuivre & le jettent dans l'urine; & qui, après la stratification, le pulvérisent & l'édulcorent. Cette manipulation est empruntée de Lefevre, qui mettoit une grande importance à la conduite de cette opération.

Je ne sais pourquoi Neuman a oublié le procédé que Barchusen enseigne comme plus expéditif, & qui n'est pas d'ailleurs le moins approprié à l'objet; il faisoit rougir le cuivre au blanc; à l'instant qu'il le retiroit du fourneau, il y appliquoit un morceau de soufre & recevoit, dans l'eau d'une cuvette placée dessous, les gouttes de métal rendu fluide par le soufre.

L'ancienne Encyclopédie donne encore le choix ou de la stratification du cuivre avec parties égales de soufre & de sel commun, ou de l'extinction dans le vinaigre de lames de cuivre rougies au feu. Il y est dit que ce remède se prend dans du vin pour les luxations, les fractures & les contusions; en observant à la vérité que l'usage interne en est suspect.

M. Baumé a donné le nom d'*æs veneris* à la combinaison du cuivre avec le soufre.

Quoique l'*æs ustum* n'ait guère été employé que dans les arts, & en Pharmacie comme détersif dans les compositions emplastiques, il est assez étonnant qu'on n'ait pas pris la peine de s'accorder non-seulement sur la manière de le préparer, mais même sur l'état dans lequel le cuivre devoit s'y trouver; car il est aisé de juger que, dans quelques-unes de ces recettes, le produit est une matte ou pyrite de cuivre artificielle (*voyez* MINES ARTIFICIELLES); que dans d'autres, c'est une pure chaux de cuivre; que, dans d'autres, le cuivre est en partie à l'état de vitriol; que, dans d'autres enfin, il est en partie revivifié en métal.

La dénomination d'*æs ustum* doit donc être bannie du langage exact de la Chymie, comme n'y étant restée que pour présenter un sens indéterminé & très-différent du sens littéral originel; car, si l'on s'arrête à la propre signification des termes, on ne doit entendre par-là que le cuivre calciné ou la chaux de cuivre, de manière que si on la prépare par le soufre, il ne serve que comme moyen de calcination, & sans qu'il y reste ni soufre en nature, ni acide vitriolique. C'est ainsi que l'a entendu Kunckel (*Labor. chym. part. 3, chap. 39.*), lorsqu'il a appellé *æs ustum* du cuivre calciné pendant plusieurs jours au fourneau de réverbère, jusqu'à devenir d'un rouge de sang. Nous parlerons ailleurs de la fulmination qu'il a observée, en faisant chauffer un mêlange de cette chaux avec partie égale de soufre, phénomène qui, comme le dit Juncker, mérite bien d'être examiné. *Voyez* FULMINATION.

AFFINAGE. La nature ne nous présentant presque jamais les métaux purs & exempts de mêlange, on a été obligé de chercher les moyens de les débarrasser de tout alliage, de toutes parties étrangères; c'est ce que l'on nomme *affiner*. Le terme qui désigne cette opération, devroit donc s'appliquer indistinctement à toute substance métallique, puisqu'on ne peut reconnoitre ses propriétés qu'après cette séparation; mais la cupidité qui a mis à un si haut prix la possession de quelques métaux, a précédé l'esprit de recherches; l'or & l'argent ont été qualifiés *métaux fins* par excellence, & de là cet art que l'on nomme proprement affinage, où l'on ne considère tous les autres métaux que comme de viles ma-

tières qu'il faut détruire ou scorifier pour obtenir le *fin*.

Pour me conformer à l'usage, je ne traiterai ici que des procédés que l'on emploie pour retirer le fin, c'est-à-dire, l'or & l'argent purgés d'autres métaux, mais non encore purs, puisqu'ils peuvent être & sont le plus ordinairement mêlés l'un à l'autre, & que leur séparation exige une autre opération qui porte le nom de *départ ;* on voit par-là que, sous la dénomination de fin, on devroit comprendre tous les métaux parfaits, fixes au feu, & par conséquent la platine qui résiste comme l'or & l'argent au travail de l'affinage ; mais sa rareté est cause que l'on ne s'en est pas encore occupé dans cette opération ; je n'en parlerai donc que relativement à l'obstacle qu'elle apporteroit à la séparation des deux métaux précieux que l'on a uniquement en vue, me réservant de donner à l'article *Platine*, de même que pour toutes les autres substances métalliques, les différentes méthodes de les purifier. Commençons par jeter un coup d'œil sur ce que les anciens ont connu de l'art de l'affinage.

§. I. *De la manière dont les anciens ont pratiqué l'affinage, & des progrès de nos connoissances dans cet art.*

L'or & l'argent ayant la propriété de résister à la calcination par le feu avec le concours de l'air, il est très-vraisemblable que cette observation, qui n'a pu échapper aux premiers qui ont traité ces métaux, les a conduits à tenter leur purification par cette méthode ; mais il est également certain qu'ils n'ont pas tardé à s'appercevoir qu'elle laissoit nécessairement une portion des métaux calcinables, qui se trouvoient à l'abri du contact de l'air par le métal noble qui les couvroit, & qu'ainsi elle ne donnoit qu'un affinage très-imparfait. Ils ont donc dû chercher d'autres procédés pour rendre cette calcination complette.

Il nous reste bien peu de lumières sur les progrès des anciens dans cette partie de la Métallurgie ; cependant il ne faut pas croire avec M. Macquer qu'ils n'aient connu que l'affinage par le feu. M. Leonhardi remarque très-bien que l'on trouve, dans les Ouvrages qu'ils ont laissés, des preuves qu'ils ont employé des moyens plus appropriés. Suivant Tite-Live (*lib. XXXII*), sous le Consulat de L. Lentulus & de P. Vilius, c'est-à-dire 199 ans avant J. C. les Carthaginois ayant apporté pour la première fois à Rome le tribut qui leur étoit imposé, les Questeurs le refusèrent, parce que l'argent n'étoit pas fin ; ils le firent éprouver, il y eut un quart de déchet qu'ils furent obligés de suppléer par un emprunt : *Quia probum non esset* (*argentum*) *Quæstores renuntiaverant, experientibusque pars quarta decocta erat ; pecuniâ Romæ mutuâ sumptâ intertrimentum argenti suppleverunt.*

Diodore de Sicile, Strabon & Pline parlent également de la purification de l'or & de l'argent, en les traitant dans des creusets avec des sels, des terres alumineuses ou vitrioliques, ou autres mélanges ; le dernier dit, à la vérité, que le feu est l'épreuve de l'or (*lib. XXXIII, sect. 19*), parce qu'il est le seul des métaux qui n'y perde rien, *rerum uni nihil in igne deperit ;* mais il ajoute, quelques lignes plus bas : *ut purgetur, cum plumbo coqui*, expressions remarquables & qui indiquent de la manière la moins équivoque le travail de la coupellation.

La pierre de touche étoit aussi en usage du temps de Pline ; il assure positivement dans la section 43 du même livre, que ceux qui étoient exercés à s'en servir, déterminoient tout de suite, & sans erreur, ce qu'un alliage métallique contenoit d'or, d'argent & de cuivre.

Il indique pour l'argent un procédé d'essai (*sect. 44*), qui consistoit à en mettre un fragment sur une lame de fer rouge ; s'il y conservoit sa couleur blanche, il étoit jugé fin, & d'autant moins qu'il prenoit une nuance plus approchant du noir.

Je trouve enfin un passage du même Auteur, qui ne permet guère de douter que les Romains aient pratiqué une sorte d'affinage par l'amalgame, du moins pour retirer l'or de divers ouvrages où il avoit été employé ; c'est dans la section 23, où il dit, en parlant du mercure : *Omnia ei innatant præter aurum, id unum ad se trahit, ideò & optimè purgat, cæteras ejus sordes exspuens crebro jactatu fictilibus in vasis.*

Vers le milieu du XVIe. siècle, George *Agricola* publia une description très-détaillée des travaux métallurgiques, d'après ce qu'il avoit vu pratiquer en Allemagne ; ce qu'il dit de la séparation de l'or, de l'argent & du cuivre par le soufre, par le plomb, par l'antimoine crud ou mine d'antimoine, ainsi que de l'essai des minérais sous la moufle dans des coupelles (*catilli cinerei*), prouve bien que ces procédés étoient déjà très-anciens, quoique jusques-là ils n'eussent été conservés que par la tradition des ouvriers.

Peu de temps après, en 1569, il parut à Madrid un ouvrage de Bernard Perez *de Vargas*, contenant quelques secrets sur la connoissance des minéraux, où il est aussi question de la purification des métaux fins ; mais c'est dans le traité d'*Alonse Barba*, Curé de Potosi, que l'on trouve à ce sujet les détails les plus curieux ; il enseigne très-clairement la manière d'affiner pour la fonte & pour l'essai avec la litharge & le plomb, sur la cendrée, jusqu'à l'éclair qu'il nomme *damascos ;* il s'étend particulièrement sur la méthode de *bénéficier* les métaux par le mercure, que l'on commença à mettre en usage au Potosi en 1574, pour *séparer l'argent des minérais moulus en farine ;* il décrit les manipulations pour mettre l'argent en *pinas* ou en pignes ; il recommande un procédé de son invention pour *bénéficier* les minérais par la coction, c'est-à-dire, en les faisant bouillir avec de l'eau, dans des vaisseaux de cuivre dont le fond étoit couvert de mercure ; en un mot, il trace dans les termes les moins équivoques (*liv. V. chap. 5*) les principes de la séparation de l'argent & du cuivre par l'opération que nous nommons *liquation.*

En se rapprochant davantage de notre temps, on

trouve les ouvrages de *Homberg*, de *Schindler*, de *Henckel*, de *Schlutter*, de *Cramer*, de *Lewis*, de *Hellot*, de *Pinus*, de M. *Tillet*, &c. qui sont remplis d'observations exactes & de vues ingénieuses pour perfectionner l'affinage, principalement dans le travail en grand; cependant nous verrons qu'il reste encore à appliquer à leurs procédés quelques principes qu'ils n'ont pas connus, quelques-unes de ces vérités que la Chymie des gas nous a révélées, & qui sont destinées à compléter ou à redresser la théorie des opérations les plus familières.

En terminant ce coup d'œil historique du progrès de nos connoissances dans l'art de séparer les métaux fins, je ne dois pas omettre le procédé découvert nouvellement par le célèbre *de Born*, pour retirer avec plus d'économie, par le mercure, le fin des minérais chargés de cuivre. *Voyez* AMALGAME.

§. II. *De l'objet & des procédés de l'affinage.*

On se propose, comme je l'ai dit, dans cette opération, de séparer le fin ou les métaux fixes parfaits, des métaux imparfaits; l'affinage suppose donc un mélange d'un ou de plusieurs métaux fins avec d'autres matières métalliques; que ce mélange soit natif ou fait par l'art, que l'on cherche à produire cette séparation sur de grandes masses, comme dans les *fonderies*, ou sur de très-petits fragmens, comme pour *l'essai*, il n'importe, le but est le même, & les procédés ne varient que relativement à la qualité des métaux alliés, à leur multiplicité, à leurs proportions. Tout consiste donc à choisir les moyens qui conviennent dans les diverses circonstances, pour obtenir, avec moins de perte & à moins de frais, l'affinage le plus complet; c'est par l'examen attentif de ce qui se passe dans ces opérations, que l'on peut y parvenir.

I. Lorsqu'on expose à l'action du feu, avec le concours de l'air, un alliage de métaux fins & de métaux imparfaits, ces derniers se réduisent en chaux; les Stahliens disent qu'ils perdent le phlogistique ou principe métallisant; ceux qui ne croient pas au phlogistique, pensent que cet état de chaux dépend uniquement de la combinaison de ces métaux avec l'air vital : j'ai déjà annoncé que je regardois comme essentiel le concours de ces deux causes. Mais quelque hypothèse qu'on admette, il est bien prouvé que l'air, ou une partie de l'air, se fixe réellement dans les chaux métalliques & en augmente sensiblement le poids; cet effet, qui dépend d'une affinité, exige le contact, & comme il n'y a, dans le cas particulier, de contact qu'à la surface, comme l'obstacle au contact de l'air & du métal imparfait augmente à mesure que la proportion du métal noble devient plus considérable, il suit que, par ce procédé, on peut bien diminuer la quantité de métal imparfait; qu'à chaque calcination on en fait passer une portion à l'état de chaux; mais qu'il seroit impossible d'obtenir un affinage complet, quand la dépense du combustible nécessaire pour ces calcinations répétées ne suffiroit pas pour décider à préférer une autre voie.

M. Macquer assure avoir vu de l'argent allié de cuivre exposé pendant plus de soixante heures à un feu de verrerie, sans qu'il fût entièrement affiné.

Il peut cependant y avoir des cas où cette calcination deviendroit, à l'aide d'une manipulation appropriée, un bon moyen d'affinage; par exemple, pour la platine, qui n'étant pas, à beaucoup près, aussi fusible que l'or & l'argent, peut être tirée du feu en état d'incandescence, & tourmentée par le marteau jusqu'à ce qu'elle ait présenté au contact de l'air toutes les parties calcinables dont elle se trouve alliée. C'est une vue très-ingénieuse qui m'a été communiquée par M. Lavoisier, d'après quelques essais qui lui ont réussi, & qu'il se propose de développer. *Voyez* PLATINE.

II. Le second moyen d'affiner le plus en usage est la *coupellation.*

Pour retirer le fin par la coupellation, on ajoute à l'alliage, supposé qu'il n'en porte pas lui-même en suffisante quantité, un métal qui se vitrifie facilement, qui ait la propriété de scorifier tous les métaux imparfaits; on met cet alliage dans un fourneau sur un vaisseau non couvert, qui puisse absorber, du moins en partie, les chaux métalliques vitrifiées, & on entretient le feu jusqu'à ce qu'il ne reste que le fin. Voilà en général toutes les conditions de l'opération que nous allons reprendre en détail.

Le *plomb* & le *bismuth* sont jusqu'à présent les seuls métaux dont on ait fait usage pour la coupellation. Le plomb se trouvant plus abondamment, étant le plus souvent mêlé naturellement aux matières qu'il faut affiner, on s'en sert aussi le plus habituellement. C'est M. *Dufay* qui a le premier fait connoître, en 1727, que le bismuth pouvoit y être employé de même que le plomb, ce qui a été confirmé depuis par les expériences de *Pott*, de *Geoffroy* fils, de M. *Sage* & de plusieurs autres Chymistes. Quoique ces deux métaux paroissent avoir à un degré à peu près égal les propriétés vitrescible & vitrifiante, on a néanmoins observé de légères différences dans leur manière d'agir; j'en ferai mention après avoir décrit la coupellation par le plomb, afin que l'on puisse, suivant l'occasion, & dans des expériences délicates, choisir celui de ces intermèdes qui sera le plus convenable.

Nous verrons à l'article *essai*, que, quand il s'agit de déterminer la valeur d'un alliage, la quantité de métal vitrifiant doit être dans des proportions exactes & connues, soit pour s'assurer qu'il suffira à la scorification de tous les métaux imparfaits, soit pour déduire le fin qu'il doit lui-même laisser dans le bouton de coupelle; mais lorsqu'on n'a en vue que l'affinage, la seule attention que l'on doive avoir est qu'il y ait environ huit parties de métal vitrifiant pour chaque partie de métaux imparfaits à scorifier.

La forme & la matière du vaisseau dans lequel

on fait l'affinage par le plomb, sont des points importans. Ce vaisseau doit être plat & évasé pour que l'air ait un facile accès à la surface du bain ; de là sont venus les noms de *coupelle* & de coupellation.

Dans les fonderies, ces vaisseaux se nomment aussi *cendrées*, parce qu'on les prépare avec des cendres de végétaux bien lessivées pour en enlever ous les sels qui les rendroient fusibles, & exactement purgées de matières grasses & charbonneuses, qui seroient encore plus dangereuses, en ce qu'elles occasionneroient la réduction d'une partie du plomb. On emploie ordinairement de préférence la cendre de hêtre. Quelques-uns mêlent à la cendre différentes matières, telles que la chaux, le sable, l'argille, le gypse cuit; comme il n'est pas nécessaire que ces sortes de coupelles absorbent tout le verre de plomb, ces additions n'ont aucun inconvénient, pourvu que la coupelle puisse supporter, sans se vitrifier elle-même, le degré de chaleur qu'exige l'opération, & qui, à la vérité, n'est pas fort considérable. Je passe légérement sur ces objets, ainsi que sur tout ce qui a rapport au travail en grand, parce qu'on le trouvera décrit en détail dans la partie de Métallurgie à la suite de cet article.

Dans les Hôtels de Monnoies & dans les Laboratoires, on n'emploie que des coupelles faites de *cendres d'os*, c'est-à-dire, d'os calcinés au blanc, réduits en poudre fine, passés au tamis de soie, bien lavés & mis en pâte avec un peu d'eau. Cette cendre, que l'on nomme aussi *terre osseuse*, *terre des os*, n'est autre chose qu'un phosphate calcaire ou sel composé d'acide phosphorique saturé de calce; toutes les parties volatiles en ayant été séparées par la calcination, & le phosphate de soude enlevé par les lotions. J'ai fait des coupelles avec de la terre osseuse régénérée par la combinaison de l'acide phosphorique pur & de l'eau de chaux, & elles se sont comportées absolument comme les coupelles ordinaires. Il est remarquable que l'acide phosphorique passant si facilement à l'état de verre, il forme avec la base terreuse une des matières les plus réfractaires que l'on connoisse, & résiste même à l'action vitrifiante de la litharge ; c'est une des propriétés qui la rend si précieuse dans les opérations de l'essai & de l'affinage.

Les coupelles étant destinées à absorber la totalité du verre de plomb, il est très-important, pour la perfection de l'affinage, & sur-tout pour la fidélité des essais, que ces vaisseaux aient un volume proportionné à la quantité de plomb qui doit y passer, & qu'elles se trouvent toujours uniformément poreuses : les réglemens faits pour les Hôtels des Monnoies contiennent à cet égard des dispositions qu'il est bon de faire connoître, puisqu'elles sont le résultat des travaux des plus célèbres Chymistes.

Par le réglement du 5 Décembre 1763, formé d'après les expériences de MM. Hellot, Macquer & Tillet, il a été ordonné, 1°. que les coupelles simples auroient au moins 4 lignes d'épaisseur, & les coupelles doubles en proportion relativement à leur étendue, pour que le bain de plomb fût contenu facilement, & qu'elles eussent assez de matière pour absorber toute la litharge. 2°. Que les coupelles, composées de pure chaux d'os, seroient formées sous une presse, dont la coupe & le modèle seroient envoyés dans chaque Monnoie.

On voit par-là que si les coupelles doivent être essentiellement d'une composition poreuse, qualité que possède éminemment la cendre d'os, il faut encore, sur-tout par rapport aux affinages d'essai, que leur pâte ait subi le même degré de compression. Voici comment on donne la forme à ces vaisseaux.

La pâte étant bien préparée & humectée, au point qu'elle puisse prendre un peu de consistance après avoir été comprimée, on en remplit à plusieurs reprises la partie inférieure du moule, qui s'appelle *none*, qui est une pièce de cuivre dont la concavité représente une portion de cône, & qui doit être placée sur un billot solide. (*Voyez* les planches des *fourneaux & instrumens*, *fig. 2.*) On foule cette pâte avec les doigts, on passe ensuite dessus la lame de cuivre, *fig. 3*, qui a la forme que doivent avoir le bassin & les rebords de la coupelle, excepté qu'elle ne creuse pas tout-à-fait le bassin au même point où il doit être porté par la compression ; on la tourne dans la none pour enlever la terre surabondante ; on saupoudre alors la surface avec de la même terre sèche très-fine, qui porte le nom de *claire*, par le moyen d'un tamis très-serré ; & pour finir la coupelle, il ne reste plus qu'à appliquer la partie convexe du moule, *fig. 1*, que l'on nomme *moine*, qui est également de cuivre, & dont le rebord saillant est destiné à s'appuyer sur les bords de la coupelle. Cette application se fait ou par le moyen d'une presse, ou en frappant le manche du moine avec un maillet. Les coupelles frappées sont également bonnes, suivant M. Sage, quoique la Cour des Monnoies donne la préférence à celles qui sont faites à la presse.

Pour sortir la coupelle de la none, il suffit d'appuyer son fond sur l'extrêmité d'un cylindre de bois du même diamètre. On laisse ensuite sécher lentement ces vaisseaux à l'air ; par cette déficcation, les parties se rapprochent & ils acquièrent assez de solidité pour être transportés avec précaution. La *fig. 4* représente une coupelle entière, la *fig. 5* en donne la coupe.

Il seroit facile de rendre ces vaisseaux plus solides, en y ajoutant une petite quantité d'argille ; mais ce seroit directement contre l'objet, puisqu'ils deviendroient en même temps plus compactes & moins perméables au verre de plomb. Quelques-uns recommandent d'employer par préférence les os de veau & de mouton ; les essayeurs sont même dans l'opinion qu'il y a des os, comme ceux de porc, qui ont la propriété d'absorber le fin : ces traditions ne paroissent fondées sur aucune expérience.

Dans les grands fourneaux d'affinage, les coupelles font partie essentielle de leur construction & en fors

ment proprement l'aire. La forme de ces fourneaux varie dans les différens pays. Suivant M. Pinus (*de venarum excoctione*, §. 196), les Allemands pratiquoient anciennement la coupellation à feu ouvert, c'est-à-dire, qu'ils mettoient sur la cendrée le bois & le plomb pêle mêle, & qu'ils excitoient le feu avec des soufflets, jusqu'à ce que tout le plomb se fût dissipé; de sorte qu'ils ne recueilloient que la litharge qui s'étoit imbibée dans la cendrée; ils ont abandonné cette méthode défectueuse; on se sert aujourd'hui par-tout de fourneaux de réverbère, ayant une chauffe séparée, dans laquelle on met le combustible; on emploie les soufflets pour porter à la surface du bain un air sans cesse renouvellé qui hâte la vitrification; on ouvre enfin une voie à la litharge pour la faire couler par l'échancrure de la coupelle. (*Voy. ci-après l'article* AFFINAGE, *Métallurgie.*) M. Pinus, qui a décrit avec beaucoup d'exactitude le fourneau allemand & celui des Anglois, donne la préférence à ce dernier : il résulte de la comparaison qu'il en fait, qu'il dépense moins de combustible, qu'il n'y a sur le plomb qu'une perte de 15 pour cent, au lieu de 25, & qu'on peut y affiner jusqu'à 100 quintaux & plus, tandis que, dans le fourneau allemand, on ne peut guère passer que 60 quintaux de plomb tenant argent; ce qui vient, dit cet Auteur, de ce que la coupelle allemande prend le quart ou même le tiers de la litharge, & que la coupelle angloise en imbibe à peine la vingt-cinquième partie (*ouvrage cité*, §. 213).

Le fourneau le plus commode pour les essais, de même que pour l'affinage dans les Laboratoires, est le fourneau à vent décrit par M. Sage dans son traité de *l'art d'essayer l'or & l'argent*. On s'est servi long-temps de celui de Schindler, dont la figure se trouve dans le second volume des Élémens de Docimastique de Cramer, & dans les planches de l'ancienne Encyclopédie; en 1776 le célèbre Tillet y fit déjà grand nombre de corrections très-avantageuses, principalement pour en augmenter la chaleur par une ventouse, prenant l'air dans la chambre voisine, par une chape supérieure destinée à y renouveller le charbon, par un tuyau bien proportionné qui s'élève dans une cheminée, dont il intercepte à volonté la communication de l'air avec celui du Laboratoire, en pratiquant enfin une coulisse sous la grille pour se rendre maître du feu (*Mém. de l'Acad. R. des Sciences*, *ann.* 1776, *pag.* 414); mais celui de M. Sage m'a paru d'une construction plus simple; il est fait en terre & n'exige point de cage de tôle; on peut y adapter une ventouse si le local le permet; la disposition de la chape m'a semblé surtout plus commode; &, à raison de sa capacité, il donne un coup de feu suffisant pour tenir l'or en fusion autant de temps que l'on le desire. C'est celui que j'ai fait exécuter au Laboratoire de l'Académie, & dont je donnerai les dimensions à l'article FOURNEAU D'ESSAI.

Lorsqu'on veut affiner dans ce fourneau & lui donner toute la chaleur dont il est susceptible, il faut le charger de charbons de moyenne grosseur, le gros charbon laisse des vuides, le petit laisse trop peu d'espace à la circulation de l'air. On couvre d'abord la grille d'un pouce & demi de charbon, on en jette quelques-uns tout allumés par la chape, & on achève de le remplir d'abord jusqu'à la hauteur du plancher de la moufle, ensuite jusqu'au dôme, & même un ou deux pouces au dessus.

Lorsque la moufle est rouge, & par conséquent la coupelle, qui a dû y être placée dès le commencement, on met dans la coupelle le plomb tenant l'*œuvre*, & on ferme la moufle avec la porte pleine jusqu'à ce que l'alliage soit parfaitement en bain; alors on substitue la *porte à lunettes*, qui, laissant passer l'air dans la moufle, accélère la calcination & donne la faculté d'en observer les progrès.

Le plomb aidant sensiblement la fusion des métaux fins, même de la platine, on ne tarde pas à voir la matière en bain clair & blanc, agité d'un mouvement qu'on appelle *circulation*, & d'où sort une fumée qui s'élève à la voûte de la moufle. Si cette fumée retomboit, ce seroit une preuve que le fourneau n'est pas assez chaud; si elle s'élevoit trop rapidement, il faudroit au contraire modérer le feu, parce que sans cela le plomb se vitrifieroit trop promptement & avant que d'avoir scorifié les métaux imparfaits. Cette fumée n'est autre chose que la chaux de ces métaux volatilisée par la chaleur; la chaux de plomb en fait elle-même partie, puisque, malgré l'augmentation de poids que le plomb acquiert en perdant la forme métallique, on trouve, en repesant la coupelle après l'opération, qu'il y a toujours un déchet de 12 à 15 livres par quintal, plus ou moins, suivant le degré de chaleur.

A mesure que la coupellation avance, la masse de métal devient plus petite, & le feu doit être entretenu ou même augmenté, puisque les proportions de l'alliage ne sont plus aussi favorables à la fusion, & que la plus grande fluidité est nécessaire pour que les dernières portions du plomb puissent se vitrifier & se séparer du fin; à l'instant que cela arrive, le fin se découvre subitement, & présente une surface d'un blanc plus vif & plus éclatant, parce que le verre de plomb qui l'enveloppoit est bu par la coupelle, & que cette pellicule vitreuse cesse de se reproduire par défaut de matière vitrescible. Cette lumière, qui passe très-rapidement, est appellée l'*éclair*, la *fulguration* ou la *coruscation*. Il reste, après cela, un bouton de fin, aussi pur qu'il est possible de l'obtenir par la coupellation.

Comme dans l'affinage en petit on ne donne point issue à la litharge, on doit avoir l'attention de ne charger de plomb les coupelles qu'autant qu'elles en peuvent imbiber, c'est-à-dire, seulement d'une quantité égale à leur poids, & même plutôt au dessous qu'au dessus. On court risque, sans cela, de voir la litharge, après que la coupelle en est saturée, couler sur le plancher de la moufle, l'attaquer & quelquefois le percer; d'autre part, la chaux de plomb se réduit facilement & reprend l'état mé-

tallique quand elle demeure long-temps exposée à la chaleur. M. Baumé assure qu'ayant eu occasion de l'observer, pour avoir employé dans une semblable opération plus de plomb que le poids de la coupelle, il eut la curiosité de continuer l'expérience pendant 12 heures de suite, pendant lesquelles il vit le plomb sortir de la coupelle comme par un ressuage en petites grenailles, qui venoient se réunir au bain métallique, se calciner ensuite, paroitre & disparoitre ainsi successivement un grand nombre de fois. (*Chym. expérim. tom. 3, pag. 55.*) Il conseille, pour achever en pareil cas la coupellation, de mettre sous la coupelle un peu de chaux éteinte à l'air, qui absorbe l'excédant de la litharge.

J'ai déjà annoncé que la séparation du fin par la coupelle n'étoit jamais entière. En effet, il reste toujours dans le bouton un peu de cuivre; il retient le plus souvent avec cela un peu de plomb, & même il y a une portion des métaux fins absorbée dans la coupelle: quoique les erreurs qui en résultent intéressent bien plus essentiellement l'art de l'essai que celui d'affinage, la recherche de leurs causes n'est pas moins importante à la théorie de cette dernière opération.

Quelques-uns pensent que la coupelle n'admet absolument que des verres métalliques; telle est l'opinion de Lomonosow (*Comment. petropol. tom. 1*); elle est suivie par M. Sage, qui la fonde principalement sur ce que le plomb précipite l'or & l'argent de leur dissolution en forme de chaux, & sur ce que l'or, moins disposé à la calcination que l'argent, est aussi, toutes choses égales, absorbé en moindre quantité par la coupelle. Ces raisons ne me paroissent pas décisives; les métaux fins étant d'avance en état de chaux dans leur dissolution acide, les conditions ne sont plus les mêmes, & on ne peut plus tirer de conséquence d'un cas à l'autre. Il faudroit supposer que le verre de plomb tout formé eût une action marquée sur l'or & l'argent, & c'est ce qu'on n'a pas encore eu occasion de soupçonner; on ne doit jamais perdre de vue qu'indépendamment de l'attraction qui constitue l'affinité & qui produit la combinaison, il y a une attraction d'adhésion qui suffit pour unir instantanément les corps, sur-tout à la faveur de la fluidité, du mouvement & de la chaleur; ou, pour mieux dire, qui est cause qu'il est presqu'impossible que dans ces circonstances deux matières mêlées exactement se séparent sans que l'une emporte quelques particules de l'autre; nous avons vu que cette force d'adhésion dérivoit aussi du contact des figures, elle doit donc varier à peu près comme la force d'affinité, & sous ce point de vue elle serviroit très-bien à expliquer l'inégalité de l'effet par rapport aux différens métaux non calcinables. Enfin, M. Sage nous fournit lui-même l'argument le plus concluant contre son hypothèse: ce Chymiste a trituré pendant 3 heures une once de cendrée, c'est-à-dire, de coupelle saturée, avec 4 onces de mercure; l'amalgame bien lavé pour le séparer de la terre osseuse & de la litharge, a été passé dans un linge, il a été distillé à la cornue, & il est resté au fond *des portions d'argent sous forme métallique*: ce sont ses expressions. Comme on ne voit dans tout ce procédé aucune circonstance qui ait pu donner lieu à la réduction de l'argent, s'il eût été en chaux, s'il eût été à plus forte raison dissous dans le verre de plomb, il est assez prouvé, ce me semble, non-seulement que cet argent existoit sous forme métallique dans la cendrée, mais encore qu'il étoit entré sous cette forme dans la coupelle; car il n'y a pas plus de vraisemblance qu'après y être entré en état de chaux vitrifiée, il ait pu, dans la suite de l'opération, subir la revivification sans aucune cause déterminante, & environné de toute part d'une matière qu'on suppose capable de le calciner.

Cette conclusion se vérifie par une autre observation sur laquelle M. Sage est d'accord avec la plupart des Métallurgistes; c'est que l'*absorption du fin par la coupelle* ne varie pas suivant les proportions du plomb, mais suivant celles des métaux fins. Il est évident qu'en considérant le verre de plomb comme dissolvant de ces métaux à un degré quelconque, à l'aide de la chaleur, la portion dissoute sera d'autant plus considérable, que le dissolvant sera en plus grande quantité: les expériences suivantes prouvent que c'est le contraire qui arrive.

M. Sage a coupellé 12 grains d'or pur avec 2 gros de plomb, le bouton de retour a pesé un trente-deuxième de grain de moins.

Il a coupellé 6 grains d'or avec 2 gros de plomb, l'absorption par la coupelle a été de même d'un trente-deuxième de grain.

Il a coupellé un grain d'or avec 2 gros de plomb, il n'y a eu qu'un deux cents quatre-vingt-huitième de grain d'or absorbé.

Ayant passé de même à la coupelle avec 2 gros de plomb, un alliage de 30 grains d'argent pur & de 12 grains d'or, l'absorption a été de huit trente-deuxièmes de grain.

A la coupellation de 12 grains d'argent avec 2 gros de plomb, huit trente-deuxièmes de grain ont été absorbés.

Enfin, il a coupellé 1 gros d'argent pur avec 2 gros de plomb, & l'absorption n'a été que d'un soixante-quatrième de grain.

L'affinité du métal vitrifiant avec les différens métaux fins, ne peut manquer d'influer aussi très-sensiblement sur les résultats de la coupellation. Il est certain que l'affinage de l'or n'est jamais aussi parfait que celui de l'argent; quand il retient du plomb, cela peut venir en partie de ce qu'il exige un plus grand degré de chaleur que l'argent pour être tenu en fusion; mais il se peut aussi, comme le dit M. Pinus (§. 225), que le plomb ait moins d'affinité avec l'or qu'avec l'argent, car Bergman ne donne point comme décidé, l'ordre dans lequel ces métaux se trouvent placés dans sa table; or, dans ce cas, il est tout simple que le plomb ne détruise pas aussi facilement l'union de l'or avec les métaux imparfaits, & particulièrement avec le cuivre, qui

a

a lui-même plus d'affinité avec l'or qu'avec l'argent.

Cramer avoit déjà remarqué que le cuivre allié à un métal fin, réſiſtoit bien plus à la ſcorification par le plomb, que lorſqu'il étoit ſeul. Seize parties de plomb, dit-il, ſuffiſent pour en détruire entièrement une de cuivre, quand il eſt pur; mais il n'en eſt pas ainſi quand il eſt allié, même à l'argent; & plus la proportion de ce dernier eſt conſidérable, plus il faut augmenter la quantité de plomb, autrement la portion de cuivre, quoique reſtant la même, ne feroit plus conſumée en entier ſur la coupelle.

A l'égard de l'or, M. Tillet s'eſt aſſuré, par des expériences directes, de la difficulté de le dépouiller abſolument de cuivre par la voie de la coupelle, lors même que ce dernier ne ſe trouve joint au premier qu'en petite quantité. Il a fait paſſer à la coupelle, dans un gros de plomb, qu'il y a mis en une ſeule fois, 11 grains d'or fin & 1 grain de cuivre; le bouton d'eſſai a peſé 11 grains $\frac{77}{256}$, il a répété cette expérience en employant 2 gros de plomb, & en les mettant dans la coupelle à trois repriſes, le bouton peſoit encore 1/[illegible] au-delà des 11 grains de fin, & cet excédent eût été encore plus marqué, s'il eût extrait de la coupelle & joint au poids du bouton la parcelle d'or que la litharge avoit entraînée. Ainſi, quoiqu'il eût employé dans la premiere expérience une quantité de plomb ſix fois plus conſidérable que l'alliage, ſoixante & douze fois plus que la portion de cuivre qui y étoit entrée, quantité qui eût ſuffi, d'après le réglement, pour affiner de l'argent allié d'un douzième, le cuivre n'a pu être entièrement ſcorifié. La ſéparation n'a pas encore été complette, même en doublant le métal vitrifiant & le jetant ſucceſſivement dans la coupelle; procédé dont ce célèbre Académicien a bien conſtaté les avantages pour produire le plus grand effet poſſible ſur l'alliage; il n'a eu plus de ſuccès pour épurer l'or qu'aux dépens même de ce précieux métal. (*Mém. de l'Acad. Royale des Sciences, ann. 1776, pag. 405.*)

S'il ſe trouvoit de la platine dans l'alliage, non-ſeulement elle réſiſteroit, comme je l'ai dit, à l'action du verre de plomb, mais ſon extrême infuſibilité rendroit la coupellation bien plus difficile, parce que le plomb qui lui eſt allié a aſſez d'affinité avec ce métal pour participer à cette propriété, & que les dernières portions ſur-tout ſe trouvent défendues de l'accès de l'air néceſſaire à la calcination. J'ai coupellé 1 gros de platine avec 2 gros de plomb, un feu de 2 heures n'a pu faire paſſer dans la coupelle que $\frac{5}{12}$ du plomb; il a fallu quatre autres opérations, à un feu de la dernière violence, ſoutenu pendant 4 heures, c'eſt-à-dire, tant que les vaiſſeaux les plus réfractaires pouvoient réſiſter, pour réduire la platine à ſon premier poids. Le bouton reſté ſur la coupelle ſe trouva à la fin très-exactement d'un gros; mais comme il s'étoit ſcorifié un peu de fer que tient la platine, & qui avoit ſenſiblement taché les coupelles, on ne peut pas aſſurer qu'il n'y reſtât encore du plomb en quantité ſuffiſante pour compenſer ce déchet. Au ſurplus, ce bouton étoit caverneux, & quoique ſuſceptible de recevoir quelque impreſſion du marteau, encore fort éloigné du degré de ductilité de la platine pure. Tel fut le réſultat de ces expériences que je communiquai, en 1773, à M. le Comte de Buffon, ſur la coupellation de la platine, & qui ont été publiées dans ſes Suppléments (*tom. 1, pag. 331*).

Tous les métaux imparfaits ne ſe comportent pas, à beaucoup près, de la même manière à la ſcorification par la coupelle, ce qui vient de leur plus ou moins de fixité, de leur diſpoſition à paſſer plus ou moins facilement à l'état de verre, de l'affinité qu'ont leurs chaux avec le verre de plomb; enfin, de l'affinité que ces métaux ont avec quelques-uns des métaux nobles, & qui les défend plus ou moins efficacement de l'action du métal vitrifiant. Il reſte encore bien des expériences à faire pour déterminer, avec quelque préciſion, les rapports de ces affinités; on trouvera encore dans leur application, les mêmes difficultés que préſentent tous les phénomènes qui réſultent de pluſieurs cauſes combinées; cependant il y a déjà pluſieurs obſervations intéreſſantes que je ne dois pas omettre ici, non-ſeulement par ce qu'elles peuvent ſervir à préparer la théorie générale de l'affinage par le plomb, mais encore parce qu'à défaut de cette théorie, ce ſont juſqu'à préſent les ſeuls guides que le Chymiſte puiſſe avoir dans la pratique de cette opération.

Le *cuivre* donne à la coupelle une couleur d'un rouge-brun. Quelques Métallurgiſtes ont cru que c'étoit le ſeul métal qui fût véritablement entraîné avec le verre de plomb dans les pores de la coupelle; mais il eſt certain que toutes les chaux métalliques ſuſceptibles de ſe vitrifier au feu de coupellation, ſont également abſorbées, & en quantité d'autant plus conſidérable, qu'elles ont plus d'affinité avec le verre de plomb; le cuivre emporte toujours lui-même une portion des autres métaux calcinables auxquels il eſt uni: c'eſt ce qu'on reconnoit très-diſtinctement aux différentes nuances que prennent les coupelles, quand on y traite du cuivre allié d'autres métaux.

Quoique l'*étain* s'uniſſe au verre de plomb, comme le prouve l'émail de la faïance, il paſſe cependant très-difficilement & ſeulement en petite quantité à la coupelle; la plus grande partie de la chaux d'étain s'élève en filets ou mamelons; c'eſt ce qu'on nomme *coupelle hériſſée*. Pour éviter cet accident, qui trouble les opérations de l'affinage & de l'eſſai, on a grand ſoin de choiſir du plomb qui ne tienne point d'étain. Lorſqu'on s'apperçoit que la coupelle commence à ſe hériſſer, ſoit que cela vienne de l'étain uni à l'argent, ſoit qu'il ait été porté par le plomb, on peut y remédier par un des deux moyens que Groſſe a indiqués, après avoir vu manquer un affinage à l'Hôtel des Monnoies de Lyon par la même cauſe. Le premier conſiſte à ajouter dans la coupelle un peu de limaille de fer, qui, ayant moins

d'affinité avec l'argent & avec le plomb, & plus d'affinité avec l'étain, s'empare de ce dernier & l'entraîne avec lui sur les bords de la coupelle, où il est porté par le mouvement de l'affinage. Le second moyen est également sûr, mais plus dispendieux ; il a pour objet de déterminer la volatilisation de l'étain par l'addition du muriate mercuriel ou sublimé corrosif dans la coupelle ; il se forme du muriate d'étain qui se sublime, & le mercure lui-même s'évapore très-promptement. (*Mém. de l'Acad. R. des Sciences*, *ann. 1736*, *pag. 167*.)

M. Sage regarde comme un fait remarquable, que la chaux d'étain, qui se vitrifie sans addition, résiste à cette vitrification lorsqu'elle est combinée avec le plomb ; mais il me semble que l'explication de ce phénomène peut se déduire des propriétés connues de ces différentes substances. La chaux d'étain se vitrifie seule, mais elle exige pour cela un degré de chaleur bien supérieur à celui qui fait couler en verre la chaux de plomb ; la chaux d'étain a d'ailleurs une tendance assez marquée à la volatilisation, qui affoiblit nécessairement son adhérence avec la chaux de plomb plus fixe, & qui la soustrait à son action vitrifiante ; il faut tenir compte enfin de la propriété même du vase d'absorber le verre de plomb aussi-tôt qu'il est formé, & qui acheve de décider la séparation avant que la chaux d'étain ait pu se vitrifier. Ce que je dis ici de la volatilité de la chaux d'étain, est prouvé par la forme élancée qu'elle prend non-seulement sur les coupelles, mais toutes les fois qu'on lui fait subir une violente calcination ; je l'ai particulièrement observé sur un alliage d'étain avec la platine, on eût pris cette chaux pour des fleurs d'antimoine, il n'y avoit de différence qu'en ce que les filets soyeux étoient moins alongés.

Par rapport à la propriété de la coupelle d'absorber le verre de plomb, on n'hésitera pas de croire qu'elle contribue réellement à l'effet, lorsqu'on considérera qu'il n'y a pas seulement écoulement à travers les pores de ce vaisseau, mais ce que j'ai appellé ailleurs *attraction de transmission*, c'est-à-dire, une vraie affinité de la matière qui absorbe avec la matière absorbée ; en faut-il d'autre preuve que ce qui arrive, lorsqu'on ne met dans une coupelle que la moitié du plomb qu'elle peut imbiber ? Le verre de plomb reste alors dans la moitié supérieure, cet écart des Loix hydrostatiques exclut toute idée d'un simple écoulement par les pores. Il est facile d'appuyer la même conséquence sur une démonstration encore plus directe ; car si on se sert d'un têt évasé capable de contenir le verre de plomb, la séparation de la chaux d'étain est à peine sensible, & l'alliage entier passe assez rapidement à l'état d'émail ou de verre blanc opaque, suivant la proportion d'étain.

Le *fer*, lorsqu'il est en très-petite quantité, laisse seulement sur le bassin de la coupelle une tache rouge brunâtre ; lorsqu'il est plus abondant, il est rejeté sur les bords en forme de scories vitreuses noires. M. Sage a observé que ces scories étoient attirables à l'aimant, après avoir été pulvérisées. Le même Chymiste a coupellé, avec 12 parties de plomb, 24 grains d'or tenant un 12e. de fer, le déchet de l'or a été de $\frac{16}{72}$, dont partie avoit été absorbée par la coupelle ; mais ayant coupellé avec 24 parties de plomb de l'or allié de 3 parties de fer, un sixième de l'or a été enlevé par le fer, & s'est trouvé disséminé en forme de grains dans les scories martiales.

Le *zinc*, qui a la propriété de s'enflammer, & dont la chaux est encore plus volatile que celle de l'étain, au moment où elle se forme, présente dans sa coupellation avec le plomb des jets de flamme bleue & verte, & d'autres phénomènes que M. Sage compare aux explosions d'un volcan, parce que le boursoufflement de l'alliage, dès qu'il commence à rougir, forme en effet une sorte de bouche conique ou de cratère ; mais ces phénomènes varient suivant les proportions de l'alliage, & même suivant le degré de chaleur de la moufle, lorsqu'on le jette dans la coupelle. Si le zinc est en très-petite quantité, il s'évapore à mesure qu'il se trouve en contact avec l'air, & ne laisse aucunes traces sensibles.

L'*antimoine* est rejeté sur les bords de la coupelle, où il forme un cercle élevé & frangé d'un blanc jaunâtre, qui est un mélange de chaux d'antimoine & de verre de plomb. M. Sage a observé que, lorsqu'on jetoit un demi-gros d'antimoine dans une demi-once de plomb en fusion, il y avoit une forte effervescence, qu'une partie de l'œuvre étoit jetée çà & là, & entraînoit même une portion des métaux fins, si ce métal en contenoit. Après avoir indiqué la manière de séparer l'argent du fer par l'antimoine crud, ou pyrite d'antimoine, Cramer recommande expressément de scorifier l'antimoine uni au plomb avant de les coupeller : la coupelle, dit-il, seroit incapable d'en soutenir l'action, ils y feroient des fentes, la rougiroient & la pénétreroient de manière qu'elle se gonfleroit comme une éponge. (*Docimast. part. II*, *5e. Procédé*.)

Le *cobalt*, mis en morceaux dans le plomb fondu, est rejeté sur les bords de la coupelle ; le plomb passe & les parois du bassin prennent, à l'endroit où le cobalt se scorifie, une couleur violette, que M. Sage croit la couleur propre de la chaux de cobalt vitrifiée sans addition ; mais si cette chaux est mêlée avec un verre quelconque, elle lui donne une couleur bleue. Le mélange de verre de plomb, qui est naturellement jaune, produit du vert. Le cobalt pulvérisé, projeté dans le plomb fondu, en arrête la calcination en gagnant la surface, où il se convertit en scories noires.

L'*arsenic* ne soutient pas plus la coupellation que le mercure, & se dissipe sans laisser par lui-même aucune tache sur la coupelle.

Le *nickel*, mêlé au plomb en très-petite quantité, passe assez bien, & laisse seulement sur le bassin de la coupelle des cercles verts. Si le nickel est dans la proportion d'un trentième, il est rejeté vers les bords de la coupelle, & le bassin présente toujours des cercles verts. M. Sage attribue cette couleur à la chaux de cobalt, parce qu'il ne veut pas reconnoître

le nickel pour un métal particulier, de son genre; mais le nickel calciné donne, sans addition, une chaux verte, qu'on n'obtiendra jamais avec le cobalt, ni avec aucun de ses alliages; & la nuance de vert particulière à cette chaux, qui colore les coupelles dans l'opération dont il s'agit, est bien différente de celle qui résulte du mélange de verre de cobalt & de verre de plomb.

J'ai coupellé une partie de *manganèse* (en régule) avec six parties de plomb; ce demi-métal si vitrescible par lui-même, a été rejeté, comme le fer, en forme de scorie sur les bords de la coupelle.

La rareté de la *molybdène* & de la *tungstène*, & sur-tout la difficulté de réduire leurs mines, n'ont pas encore permis de déterminer la manière dont ces nouvelles substances métalliques se comportent à la coupellation. MM. d'Elhuyar ayant formé un alliage de 100 grains d'or avec 50 grains de chaux jaune de tungstène, alliage dont la fusion étoit encore très-imparfaite, puisque le bouton pouvoit être mis en morceaux sous les doigts, ils essayerent de le coupeller avec le plomb; l'or resta pur, mais l'opération se fit avec assez de difficulté. (*Mémoire de l'Acad. de Toulouse*, *tom.* 2, *pag.* 164.)

La *coupellation par le bismuth* pouvant être employée avec avantage dans quelques expériences, il est bon de connoître d'avance les phénomènes particuliers qu'elle présente avec les diverses substances métalliques.

Le bismuth réduit en poudre & exposé à un feu gradué, sous la moufle, passe à l'état de chaux sans entrer en fusion. Ce demi-métal se vitrifie plus facilement que le plomb; le verre qu'il forme est plus promptement absorbé par la coupelle; les coupelles qui en sont saturées, ont une belle couleur jaune; elles paroissent avoir plus de solidité que celles qui ont servi à la coupellation du plomb; leur poids, suivant M. Sage, se trouve augmenté de 9 liv. par quintal fictif, indépendamment de la portion de bismuth qui se dissipe en fumée; elles se fendent quelquefois en plusieurs endroits, ce que M. Sage attribue à l'état vitreux que prend la terre osseuse pendant l'opération; mais ces gerçures sont accidentelles, & le changement qu'éprouve la matière du vaisseau par sa combinaison avec le verre métallique, est constant: il ne faut donc chercher d'autre cause de ces gerçures, que l'inégalité de la retraite produite par l'action du verre métallique, quand la chaleur n'a pas été assez ménagée pour la rendre uniforme sur toute la surface du bassin.

M. Geoffroy avoit observé que le bismuth contenoit toujours de l'argent, de même que le plomb; M. Sage a retiré 1 gros 24 grains d'argent par quintal du bismuth (en régule) qu'il a soumis à la coupellation.

L'extrême fusibilité du bismuth qu'il communique aux métaux auxquels il s'allie, & sur-tout sa fusion plus ténue, comme le dit Pott, sont regardées avec raison comme des qualités très-favorables à la séparation plus exacte des métaux fins: c'est ce qui a déterminé la pratique de quelques Essayeurs qui en jettent dans la coupelle, lorsque l'activité du bain est trop ralentie sur la fin de l'opération.

M. Sage a coupellé 12 grains d'*or* avec 2 gros de bismuth, l'absorption du fin a été d'un trente-deuxième. Il en a été de même de l'*argent*. Dufay & Hellot ayant à coupeller de l'or de bas aloi, cassant, & qu'il n'étoit pas possible de couler entièrement hors du creuset, parce qu'il avoit été, à ce qu'ils jugeoient, traité avec l'émeri, trouvèrent qu'il étoit avantageux de le fondre d'abord avec du bismuth; mais il ne s'agissoit que de le disposer à la coupellation par le plomb.

Le bismuth paroît, dans les commencemens, se séparer de la *platine* un peu plus facilement que le plomb, mais il en reste de même toujours une portion. M. Sage a observé dans cette opération une sorte d'effervescence quand l'alliage étoit en bain, & qu'une multitude de globules de bismuth, mêlés de platine, étoient rejetés verticalement.

Le même Chymiste a traité à la coupellation par le bismuth la plupart des autres substances métalliques: voici les résultats de ces essais.

Il croit le bismuth plus propre que le plomb à la vitrification du *cuivre*, & il fonde cette opinion sur ce qu'il ne faut que quatre parties de bismuth pour en coupeller une de cuivre. Le bassin de la coupelle prend une couleur noire.

Un alliage de parties égales d'*étain* & de bismuth, exposé au feu dans la coupelle, s'est fondu sans se boursouffler, sa surface s'est couverte d'une chaux blanche, qui est devenue rougeâtre par la réverbération du feu. Pott avoit déjà remarqué que le bismuth ne réussissoit pas mieux que le plomb pour coupeller de l'étain qui tenoit de l'or ou de l'argent.

Le *fer* se comporte avec le bismuth comme avec le plomb. Quand l'or & l'argent sont alliés de fer, M. Pœrner recommande d'ajouter du bismuth à la coupellation, si l'on veut obtenir un affinage exact. Cette précaution seroit superflue par rapport à l'argent, si, comme je l'ai conclu de quelques expériences, ce métal ne s'allioit pas au fer; mais le célèbre Rinman assure que 4 ou 5 parties d'argent peuvent dissoudre une partie de fer (*voy.* ALLIAGE); avant que d'en tenter la séparation par la coupelle, il conseille de calciner le fer par l'acide vitriolique évaporé à siccité. (*Jiern. histor.* §. 139.)

Un demi-gros de *zinc* ayant été exposé au feu de coupellation avec une demi-once de bismuth, une partie du zinc a brûlé en scintillant à la surface, l'autre s'est réduite en chaux & a empêché le bismuth de se coupeller. Le mélange de chaux & de verre offroit diverses nuances de blanc & de jaune, des cavités & des protubérances coniques.

Une partie d'*antimoine* fondue sur la coupelle avec 6 parties de bismuth, a produit une effervescence qui a écarté quelques globules d'antimoine; il est resté dans le bassin un émail d'un beau jaune, formé

de chaux d'antimoine & de verre de bismuth.

M. Sage a coupellé un mélange de 10 grains de *cobalt* & de 2 gros de bismuth; celui-ci a très-bien passé, le cobalt a été rejeté sous forme de scorie, noirâtre & mamelonnée; le bassin avoit un cercle verdâtre.

Il a coupellé enfin 10 grains de *nickel* avec 2 gros de bismuth; le bismuth a assez bien passé, la plus grande partie du nickel a été scorifiée, & le surplus a formé sur le bassin un cercle d'émail vert.

Après avoir donné à l'affinage par la coupelle toute l'attention qu'il m'a paru mériter, il me reste à indiquer quelques autres procédés d'un usage moins habituel, mais qui peuvent convenir dans quelques circonstances particulières, & qui n'ont peut-être besoin que d'être perfectionnés pour devenir aussi sûrs & plus économiques.

III. La *liquation* est une opération par laquelle, à la faveur de la grande fusibilité du plomb, de celle qu'il communique à ses alliages & de son affinité avec l'argent, supérieure à celle de l'argent avec le cuivre, on parvient à séparer le métal fin du cuivre sans vitrifier ce dernier, & même sans le rendre fluide. Si ce n'est pas véritablement un affinage, puisqu'on ne sépare le fin d'un métal imparfait qu'en l'engageant dans un autre, c'est du moins une préparation souvent indispensable pour parvenir à l'affinage par coupellation. Comme cette opération ne se pratique guère que dans le travail des mines, il seroit superflu d'en donner ici une description exacte; l'article suivant de M. Duhamel ne laisse rien à desirer à ce sujet, non-seulement pour les principes déjà connus de cette opération, mais encore pour les vues de perfection dont elle est susceptible. Il propose un nouveau fourneau qui dispense de la seconde opération qu'on nommoit *Ressuage*, par la faculté qu'il donne de porter la chaleur, sur la fin, au point de torréfier le cuivre, & qui devient ainsi très-économique. Dans l'ouvrage que M. Pini a publié, la même année que M. Duhamel a communiqué ses vues à l'Académie Royale des Sciences, il a également montré les avantages de réduire la liquation & le ressuage à une seule opération & dans le même fourneau, qu'il nomme *operculé*, à cause du soupirail qui sert à régler le feu. (*De ven. métal. excoct. lib. 3, cap. 2.*) M. Grignon fait honneur à M. Gerard, Officier des Mines de Poullaouen, d'avoir heureusement pratiqué la liquation dans le fourneau ordinaire de coupelle, en y faisant fondre 100 livres de plomb pour 9 onces de fin que tenoit le cuivre; les métaux étant en bain, il a enlevé le dôme, le cuivre s'est figé à la surface du plomb, il a fait couler ce plomb chargé d'argent dans un bassin de réception, & le cuivre est resté seul dans le fourneau; enfin, il s'est assuré, par l'essai, que ce cuivre desséché ne tenoit plus de fin. (*Second Mémoire, à la suite de l'analyse du fer.*)

Il y a, comme l'on voit, plusieurs procédés pour séparer l'argent du cuivre par liquation, il n'en est pas de même de l'or, que le cuivre ne se laisse pas enlever aussi facilement.

« Quelques-uns (dit Lewis, dans son Histoire de » l'or) ont fondu le cuivre tenant or avec environ » trois fois son poids de plomb, & coulé le mélange » en gâteaux, lesquels étant rangés dans la partie » la plus haute d'un canal en pente & passablement » chauffés, on s'attendoit que le plomb, en fondant » & se séparant du cuivre, emporteroit l'or avec lui; » mais ce procédé, qui réussit pour la séparation » de l'argent d'avec le cuivre, ne réussit pas pour » l'or. Si le cuivre tient en même temps de l'or & de » l'argent, il n'y a que l'argent qui se fonde avec le » plomb; l'or demeure en arriere dans la masse entière » & non fondue du cuivre. (*Sect. IX*, §. 7.) »

Au nombre de ceux qui ont tenté, sans succès, de séparer l'or du cuivre par liquation, Lewis auroit pu nommer le célèbre Schlutter. M. Pini indique très-clairement les causes qui font manquer cette opération: la *première*, dit-il, est que le cuivre a plus d'affinité avec l'or qu'avec l'argent, ce qui fait que le cuivre noir, exposé au feu de liquation, laisse aller plus difficilement le premier de ces métaux; la *seconde* est que le plomb a moins d'affinité avec l'or qu'avec l'argent, & qu'en conséquence il ne contracte pas avec lui une union aussi forte; la *troisième* est que l'or est moins fusible que l'argent, d'où il arrive que le plomb ne peut s'en charger & l'enlever au cuivre, sans qu'une portion de ce dernier soit elle-même en fusion. Sur cela, il faut remarquer que l'ordre des affinités des métaux, les uns avec les autres, n'est pas assez connu pour que l'on puisse adopter définitivement cette explication, dans laquelle M. Pini a plutôt conclu l'affinité de l'effet, que déduit une conséquence d'une Loi certaine; & même la Table de l'illustre Bergman indique l'or avant l'argent dans la colonne du plomb: ce qui sembleroit néanmoins prouver que le degré d'affinité influe ici plus sensiblement que le degré de fusibilité, c'est ce qu'ajoute M. Pini, que si le cuivre tenant or est mêlé d'argent, le plomb se charge alors d'un peu plus d'or, à la faveur de l'argent qui lui sert d'intermède d'union. (*Ouvrage cité, liv. 4, chap. 2, n. 214.*)

IV. Un des procédés d'affinage les plus anciennement connus, est celui qui s'opère *par le soufre*, soit seul, soit mêlé avec d'autres matières métalliques ou salines; il en est fait mention dans les Ouvrages d'Agricola.

Comme le soufre attaque l'argent aussi bien que les métaux imparfaits, on l'emploie plus communément pour le départ que pour l'affinage, c'est-à-dire pour séparer l'or de l'argent (*voyez* DÉPART); cependant il peut servir à affiner l'or & même l'argent.

Pour affiner *l'or par le soufre*, la méthode indiquée par Lewis me paroit la plus simple: on commence par fondre de la litharge, ou autre chaux de plomb, avec partie égale de soufre, ce qui produit une sorte de galène artificielle, on verse peu à peu ce mélange sur le cuivre en fusion, jusqu'à ce que la

quantité de plomb devienne presque égale à celle du cuivre. Le cuivre s'empare du soufre & la chaux de plomb reste disséminée dans le cuivre sulfuré ou pyrite de cuivre ; on réduit ensuite le plomb par l'addition d'un peu de poudre de charbon que l'on mêle, par l'agitation avec une baguette de fer, & le plomb revivifié emporte l'or avec lui, la pyrite de cuivre n'ayant aucune affinité ni avec l'or, ni avec le plomb (*Hist. de l'or*, *sect. IX*, §. 7.). On peut considérer cette opération comme une liquation appropriée pour l'or, & où l'on parvient à séparer l'or du cuivre par le plomb, à la faveur d'une quatrième substance, qui, exerçant son affinité sur le cuivre, affoiblit celle qui le faisoit adhérer à l'or. Lewis ajoute que l'on pourroit probablement séparer l'or du fer de la même manière ; il n'y a pas à en douter, l'affinité du fer avec le soufre étant encore supérieure à celle du cuivre.

On a compliqué ce procédé par l'addition d'une infinité de matières telles que le vitriol, l'arsenic, l'alun, le muriate mercuriel, les cendres, la chaux, &c. &c. pour en former des poudres précipitantes dont Swedembourg a recueilli les recettes ; mais les seuls ingrédiens nécessaires sont le soufre & le plomb, comme l'enseignent Scheffer & Lewis. Il ne faut pas néanmoins assimiler à ces recettes inutiles le procédé par lequel on sépare l'or de l'argent au moyen du sel commun, dont il sera question à l'article *départ par cémentation*.

Comme le zinc en état de métal élude l'action du soufre, il seroit possible qu'il restât uni à l'or, étant défendu du contact de l'air par les scories ; mais on n'a sur cela que ce qu'indique l'analogie ; je ne sache pas que l'expérience en ait été faite.

Pour *l'affinage de l'argent par le soufre*, cette méthode a été indiquée par Homberg, dans les Mémoires de l'Académie de 1701. On calcine l'argent allié de cuivre par la moitié de son poids de soufre, & lorsque tout est bien fondu, on jette dessus à différentes reprises de la limaille de fer, autant qu'il est nécessaire, ce que l'on juge facilement dans l'opération ; le soufre abandonne l'argent pour s'unir au fer, le cuivre reste dans les scories & l'argent se trouve fin au fond du creuset. Homberg s'étoit d'abord servi d'alkali fixe pour reprendre le soufre, mais il jugea très-bien que le fer produiroit le même effet avec moins de dépenses. Comme ce métal a une très-grande affinité avec le soufre & très-peu avec l'argent, qu'il se trouve d'ailleurs dans des circonstances qui en favorisent plutôt la calcination que la fusion, on ne doit pas craindre qu'il en reste une portion unie à l'argent, ce seroit bien plutôt le cuivre précipité du soufre par le fer, si on excédoit la juste quantité de ce dernier.

Indépendamment de cet affinage direct de l'argent par le soufre, M. Jars nous a fait connoître une autre opération analogue qui peut être utile pour séparer le fin des matières de billon, & qui a pour objet de le concentrer dans une moindre quantité de cuivre en minéralisant ce dernier en partie.

Je pris (dit M. Jars) 10 quintaux de cuivre venant des Affineurs de Lyon, & je le fis fondre, partie par partie, avec le minerai de cuivre (de St. Bel) rôti à quatre feux, sans rien changer à la méthode ordinaire, par laquelle on obtient des mattes ; je réussis au point que le cuivre qui ne tenoit que demi-once d'argent par quintal, produisit des culots qui en contenoient jusqu'à 4 onces ; celui qui étoit renfermé dans le minerai y entroit pour quelque chose, mais le résultat n'annonce pas moins qu'il y avoit eu une concentration. (*Mém. de l'Acad. Roy. des Sciences*, *année 1770*, & *Voyagès Métallurgiques*, *tom. 3*, *pag. 268.*)

Scheffer avoit déjà proposé dans les Mémoires de l'Académie de Stockholm (*année 1752*) cette minéralisation du cuivre comme plus avantageuse que la liquation ; mais Cramer est le premier qui l'ait pratiquée en grand : on voit par ce que dit M. Jars de l'établissement fait par ce Métallurgiste à Blackenbourg, pour traiter, par la précipitation, les monnoies de billon du pays, 1°. qu'au lieu de passer tout de suite à la coupelle les cuivres qui ne tenoient pas moitié d'argent, il les traitoit dans un grand fourneau de réverbère, à la quantité de 800 marcs à la fois ; que lorsqu'ils étoient d'un rouge-blanc, il y faisoit ajouter 12 quintaux de plomb ; que la matière étant en bain, on la faisoit couler dans un bassin de réception, où l'on écumoit avec un rable tout ce qui s'élevoit en grumeaux à la surface, & qui étoit du cuivre plus prompt à devenir solide par refroidissement, & surnageant le plomb à cause de sa légèreté. Le plomb se trouvoit pour-lors assez enrichi pour être porté à la coupelle ; 2°. pour retirer le fin resté dans les écumes, Cramer les faisoit ressuer ou dessécher au même fourneau, à une chaleur capable de faire couler le plomb, qui se chargeoit ainsi de la plus grande partie de l'argent ; 3°. le cuivre resté dans le fourneau, & qui tenoit encore beaucoup d'argent, étoit refondu dans un fourneau à manche avec un mêlange de pyrites martiales pour le minéraliser & le réduire en mattes ; ces mattes étoient elles-mêmes refondues, sans avoir été grillées, avec des matières tenant plomb ou litharge, comme des coupelles imbibées, & du fer en grenailles ; d'où il résultoit une précipitation du plomb & de l'argent par l'intermède du fer. Cramer recommandoit dans cette fonte de charger le mêlange de menu charbon pour empêcher la dissipation de la chaux de plomb en fumée & favoriser sa réduction ; 4°. enfin, la matte tenant encore une portion d'argent étoit grillée à 4 ou 5 feux, c'est-à-dire, pour enlever seulement l'excédent de soufre, & jusqu'à ce qu'on apperçût dans cette matte rôtie des grains de cuivre, qui, suivant Cramer, devoient être presque tout argent. L'affinage de tous ces produits se terminoit par la coupellation, qui, de cette manière, ne consommoit qu'une quantité de plomb bien inférieure à celle qu'eût exigé la scorification de tout le cuivre de l'alliage.

Ce procédé, qui participe à la fois de la liquation,

de l'affinage par le soufre & de la coupellation, est bien capable de faire sentir toute la difficulté de séparer les métaux fins, & de donner en même temps une idée des ressources que la Chymie peut fournir à celui qui juge d'avance les résultats par les affinités, pour arriver à ce but plus économiquement & avec moins de déchet, en combinant les diverses méthodes.

V. La *purification de l'or par l'antimoine* crud, ou pyrite d'antimoine, n'est encore qu'un affinage par le soufre. Cette opération est fort ancienne, Basile Valentin en fait mention, & c'est de là que les Alchymistes ont nommé l'antimoine crud le *bain du Roi*, le *bain du Soleil*, *balneum solius Solis*, pour indiquer que l'or seul pouvoit supporter ce bain; mais la platine, qu'ils ne connoissoient pas, ne seroit certainement pas séparée de l'or par ce procédé.

L'or étant en fusion dans le creuset, on jette dessus deux fois son poids d'antimoine crud en poudre, en différentes portions, attendant que la première soit fondue avant que d'en jeter une seconde, & ainsi des autres. La matière étant sujette à se gonfler, le creuset doit être assez grand pour qu'il ne passe rien sur les bords. Dès que le mêlange est parfaitement fluide, on le coule dans un cône de fer ou de cuivre graissé & chauffé, & on frappe à côté pour déterminer, par le mouvement, la séparation de l'or d'avec les parties plus légères qui surnagent. Quand la matière est devenue solide par le refroidissement, on renverse le moule & une légère percussion suffit pour détacher des scories pyriteuses la masse métallique qui occupoit la partie inférieure. Cette masse métallique est composée de l'or & de l'antimoine, qui a pris la place des métaux qui lui étoient précédemment alliés.

Pour obtenir l'or pur, on met ce nouvel alliage dans un creuset bas & évasé, ou même sur une coupelle, à un feu capable seulement de le tenir en fusion; l'antimoine ne tarde pas à s'élever en fumée, on favorise sa calcination en dirigeant le vent d'un soufflet à la surface du bain; cette manipulation est sur-tout nécessaire vers la fin, & comme elle refroidit continuellement la surface, qui devient aussi moins fusible à mesure que la proportion d'antimoine diminue, il faut en même temps augmenter le feu. Quand il ne s'élève plus aucune fumée malgré le jeu du soufflet, & le métal étant fluide, l'or est affiné.

Cette opération exige plusieurs précautions: 1°. Scheffer & Lewis avertissent que les creusets résistent difficilement à la première fusion de l'or avec la pyrite d'antimoine; le premier recommande de les faire tremper plusieurs jours dans l'huile de lin, de les nettoyer ensuite de manière qu'il ne reste à la surface intérieure que ce qui est nécessaire pour y fixer un peu de borax en poudre fine & de les faire sécher lentement; il assure que des creusets ainsi préparés ne sont plus sujets à se fendre, & peuvent servir à deux cents fusions. Lewis conseille, pour éviter tout accident, d'enfermer le creuset dans un autre, ou de placer un bassin dessous.

2°. Il faut avoir attention qu'il ne tombe point de charbon dans le creuset, ce qui ne manqueroit pas d'occasionner un gonflement considérable.

3°. Si l'or est allié de plus d'un quart de son poids, il convient de mêler d'avance à la pyrite d'antimoine un quart au moins de soufre en nature, parce que si on employoit la pyrite d'antimoine seule, en suffisante quantité, l'or retiendroit une portion d'autant plus considérable d'antimoine, ce qui rendroit la seconde opération plus longue & plus pénible.

4°. Il est difficile que l'or ne retienne encore une partie de son premier alliage qui échappe à l'action du soufre dans la premiere fusion; c'est pourquoi on le refond deux ou trois fois, toujours avec nouvelle addition de pyrite d'antimoine. Il n'y a pas à craindre pour-lors que l'or se charge d'une trop grande quantité de régule d'antimoine, car il ne s'en forme qu'autant que la pyrite rencontre des demi-métaux capables de la décomposer en s'unissant à son soufre.

5°. Lorsqu'il s'agit de faire partir l'antimoine, on ne doit pas perdre de vue le principe que les matières volatiles entrainent toujours avec elles une portion des matières fixes; il faut donc conduire doucement le feu, sur-tout dans les commencemens où la matière volatile est plus abondante, afin que l'évaporation ne soit pas assez rapide pour enlever des parties d'or. Au reste, les expériences du Docteur Goddart, rapportées dans le volume des Transactions philosophiques de 1678, semblent annoncer que ce n'est pas de cette évaporation que vient le déchet qu'on éprouve dans cette purification de l'or; il assure même que les Doreurs, qui veulent rehausser la couleur de leur or, sont dans l'usage d'y mettre un tiers ou un quart d'antimoine, qu'ils font ensuite évaporer à une grande chaleur & à force de souffler, sans perdre un seul grain d'or sur plusieurs onces.

6°. Quand on soupçonne qu'il est resté un peu d'antimoine uni à l'or, plusieurs conseillent de le refondre avec le nitre & le borax, c'est-à-dire, en projetant dessus ces sels peu à peu pour éviter le bouillonnement. Comme il ne s'agit que de calciner la portion d'antimoine, le nitre seul produit très-promptement cet effet à cause de l'air vital qu'il fournit, & il me semble que l'on peut retrancher le borax, qui ne peut que nuire au contact immédiat du principe acidifiant.

L'étiologie de toute cette opération est facile à saisir: le soufre ayant plus d'affinité avec le cuivre & avec l'argent qu'avec l'antimoine, abandonne celui-ci pour s'unir aux premiers, il se fait un échange & de phlogistique & d'air vital entre ceux de ces métaux, qui perdent ou qui reprennent l'état métallique parfait; on ne peut en douter, puisque l'or cesse de se charger d'antimoine en régule, quand il n'offre plus au soufre un autre métal susceptible de la combinaison pyriteuse; la facilité avec laquelle l'antimoine

se calcine & se volatilise, devient très-favorable à la décomposition du nouvel alliage, pour avoir l'or pur. Si l'or tient simplement de l'argent, c'est un vrai départ (*voyez* DÉPART SEC), & pour-lors on conserve avec soin les scories pour en tirer l'argent. Si l'or est en même temps allié de cuivre, il y a tout à la fois affinage & départ de l'or.

Il est bien vrai que c'est le soufre qui est le principal agent pour la scorification du cuivre ; mais je ne puis admettre la conséquence qu'en tirent quelques Chymistes pour rejeter ce procédé comme inutile ; personne n'ignore que le jeu de plusieurs affinités qui conspirent au même effet, le rend toujours plus subit & plus complet. MM. Macquer & Pini observent avec raison que la présence de l'antimoine sert à fixer le soufre, qui, sans cela, seroit sublimé ou brûlé pour la plus grande partie, avant que d'avoir pu saisir les métaux alliés ; elle produit, ce me semble, un autre avantage, en délayant, si l'on peut le dire, la masse métallique, augmentant son volume & sa fluidité, & favorisant ainsi la réunion des parcelles d'or qui pourroient rester dans les scories.

Je ne dissimulerai pas que malgré cela il y a toujours un déchet sur l'or, & qui vient en grande partie de ces parcelles d'or qui sont retenues dans la matière pyriteuse qui surnage dans la première opération ; mais on ne l'évite pas à beaucoup près en employant le soufre seul. Le Docteur Goddart, dont j'ai déjà cité les expériences, assure avoir observé une perte de 8 grains sur les 163 grains que tenoit un alliage de monnoie, du poids total de 178, & qu'il avoit fondu avec 6 parties d'antimoine crud ; il attribue principalement cette perte aux petites étincelles qui s'élèvent continuellement pendant la fusion de l'or avec l'antimoine, & il fonde cette opinion sur ce qu'ayant placé un couvercle sur le creuset, il y remarqua des taches d'un rouge foncé que l'eau forte ne put enlever, & qui donnèrent une couleur jaune à l'eau régale ; mais il n'est pas nécessaire de porter la fusion à ce degré de bouillonnement, & cette explication de l'Académicien anglois supposeroit une calcination de l'or par l'antimoine, qu'il n'est pas possible d'admettre, jusqu'à ce qu'elle ait été vérifiée par des expériences plus décisives.

M. Leonhardi, dans ses Notes sur le Dictionnaire de Macquer, desire que l'on abandonne entièrement la méthode de faire partir l'antimoine par le vent des soufflets, comme étant incommode & même dangereuse pour les Ouvriers ; il conseille, d'après Lehman, de pulvériser l'alliage d'or & d'antimoine, de le mettre dans une cornue de verre, bien mêlé avec 3 ou 4 fois son poids de sublimé ou muriate mercuriel corrosif, & d'augmenter par degrés le feu, de manière à faire monter d'abord le muriate antimonial, ou beurre d'antimoine, & ensuite le mercure. L'or reste pur au fond de la cornue ; il ne s'agit plus que de le refondre avec le nitre & le borax à la manière ordinaire. M. Leonhardi sent bien que ce procédé n'est plus applicable, lorsqu'il s'agit d'opérer sur des quantités un peu considérables ; mais alors il préfère de calciner l'antimoine par le nitre, suivant la méthode dont il sera question dans la section VII.

VI. La *fusion avec l'acide boracin*, ou sel sédatif, a été indiquée, par M. Storr, comme un très-bon moyen de purifier l'or & l'argent (*Crell, neuest. entdeck. part. 2, pag. 40*). On comprend que l'on ne doit employer cet affinage que lorsqu'il s'agit d'obtenir ces métaux dans le dernier degré de pureté, & d'en séparer, comme le dit l'Auteur, le peu de cuivre qu'y laisse la coupellation, ce qui devient important dans les expériences. Suivant M. Storr, à la premiere fusion, le verre salin prend toujours une teinte verte, il faut répéter l'opération jusqu'à ce qu'il reste sans couleur, & pour-lors le métal est aussi exempt d'alliage qu'il puisse l'être, par quelque procédé que ce soit. Il reconnoit que le borax qui est d'un prix bien inférieur, peut aussi servir à cette purification, & il est bien certain qu'il mérite la préférence sur les alkalis fixes ; mais, par cela même, l'acide boracin doit agir bien plus efficacement que le borax ; les Chymistes savent que ce dernier entre dans la plupart des flux réductifs, & Bergman a observé que, lorsqu'on tenoit long-temps en fusion sur le charbon, au feu du chalumeau, le cuivre & le borax, la couleur qu'avoit prise d'abord le verre de borax disparoissoit à la fin entièrement, & pouvoit à peine être reproduite par le nitre (*Dissert. XXV*, §. 27). M. Leonhardi pense même que l'or ne reste pâle, après sa fusion avec le borax, que parce qu'il y laisse des matières étrangères, & que sa couleur n'est rehaussée par le sel ammoniac, que parce qu'il a la propriété de décomposer les métaux imparfaits, & de former avec eux des mêlanges qui se volatilisent au feu (*tom. II, pag. 728*).

VII. Un très-bon moyen de séparer le fin des métaux est ce que l'on nomme *purification de l'argent par le nitre*. Scheffer a cru en trouver des traces dans le Pseaume XI, verset 7, parce que, dans la version selon l'Hébreu, il est fait mention d'argent purifié sept fois *dans le creuset*, & qu'il n'y a que le nitre qui puisse affiner l'argent dans le creuset ; mais ce sel n'y est nommé ni indiqué d'aucune manière, & il est difficile de se persuader qu'il ait été connu des Juifs, lorsque l'Auteur convient lui-même qu'Hippocrate & Pline n'en ont point parlé.

Pour affiner l'argent par le nitre, on le réduit en grenailles, on le mêle avec un quart de son poids de nitre bien sec, quelques-uns y ajoutent un demi-quart de potasse & un peu de verre pulvérisé. Le tout est mis dans un bon creuset, dont la moitié doit rester vuide ; on couvre le vaisseau avec un autre creuset renversé, un peu plus petit, dont le fond est percé d'un petit trou. Après avoir lutté la jointure des deux creusets avec de l'argille détrempée, on place cet appareil au fourneau, on le remplit

de charbon, de manière cependant que le trou du creuset supérieur soit à découvert, & on y entretient le feu au degré nécessaire pour tenir l'argent en fusion. Quand les vaisseaux commencent à rougir, on présente un charbon allumé au petit trou du creuset supérieur, & on le voit sur-le-champ dans un état d'incandescence très-vive ; c'est l'effet de l'air vital qui se dégage du nitre. Si cela n'arrivoit pas, ce seroit une preuve que la chaleur ne seroit pas suffisante & qu'il faudroit augmenter le feu ; tout de même qu'il faudroit le modérer, si ce fluide aériforme sortoit avec impétuosité & une sorte de sifflement. L'opération est achevée dès que ce phénomène cesse ; on donne alors un coup de feu suffisant pour donner une bonne fonte à l'argent, & on laisse refroidir. En cassant les creusets, on trouve ce métal en un culot recouvert d'une scorie alkaline verdâtre, qui attire l'humidité de l'air. On est quelquefois obligé de répéter l'opération pour avoir un affinage parfait.

Que le nitre prenne seulement le phlogistique aux métaux, qu'il leur fournisse seulement le principe acidifiant, ou, ce qui nous paroit plus probable, que l'effet résulte des affinités de ces deux substances, il est certain que le nitre ne touche point à l'argent & qu'il calcine très-promptement tous les métaux imparfaits ; or, ces métaux une fois calcinés se séparent spontanément de l'alliage. Il suffit donc de donner au mêlange assez de fluidité pour favoriser le contact & mettre en jeu ces affinités, sans s'exposer à voir disperser le fin par la déflagration ; ce sont toutes les conditions du procédé que je viens de décrire, les petits globules d'argent qui se trouvent jusqu'à l'orifice du trou supérieur peuvent faire juger de la nécessité de l'appareil indiqué : je serois au surplus très-porté à croire que cette volatilisation de l'argent est due en grande partie au sel commun qui se trouve dans le nitre non purifié que l'on emploie ordinairement ; c'est une circonstance qui mérite attention, & qui pourra, dans la suite, engager à ne se servir que de nitre exempt de ce mêlange.

Le nitre est quelquefois employé dans la seule vue de diminuer la proportion de l'alliage, & de porter ainsi de l'argent de bas aloi à un plus haut titre. Suivant M. Pœrner, cette méthode est encore fort utile dans les arts, en ce qu'elle donne à l'argent une ductilité extraordinaire. Ce Chymiste ne doute pas que, par le moyen du nitre, on ne parvienne à purifier absolument l'argent de tout métal étranger, l'or excepté, bien mieux que par la coupelle qui y laisse (dit-il) quelquefois jusqu'à $\frac{1}{2}$ gros de cuivre par marc.

Ce que j'ai dit dans la section précédente de la manière d'enlever à l'or la dernière portion d'antimoine, établit suffisamment la possibilité de *purifier l'or* aussi bien que l'argent *par le nitre*. En effet, ce sel n'a pas plus d'action sur l'un que sur l'autre, & on peut appliquer à l'or directement le procédé décrit pour l'argent; bien entendu cependant que si l'or tenoit argent, ces deux métaux resteroient unis, ou que ce seroit, comme par la coupellation, affinage sans départ.

Quant à la *platine*, qui a tant de propriétés communes avec les métaux fins, il faut savoir que cette ressemblance cesse dans le cas particulier, & qu'elle ne supporte pas l'action du nitre en fusion. De là deux conséquences ; l'une, qu'on doit se garder de chercher à l'affiner par ce procédé ; l'autre, qu'il peut servir à purifier l'or & l'argent alliés de platine. La première de ces conséquences est certaine ; la platine pure, c'est-à-dire celle qui a été précipitée de l'eau régale par le sel ammoniac, est entièrement convertie en chaux par l'action du nitre, à l'aide de la chaleur ; c'est un fait que j'ai annoncé il y a long-temps, vérifié plusieurs fois depuis, & qui pouvoit même laisser des doutes sur la nature particulière de ce métal, avant que M. Lavoisier eût découvert qu'il étoit possible de réduire cette chaux (*voyez* PLATINE). La seconde proposition n'est pas appuyée sur des expériences aussi directes ; on ne peut douter néanmoins que la calcination n'ait lieu toutes les fois qu'il y aura contact de la platine avec le nitre en fusion ; & les paillettes d'or que j'ai trouvées, après avoir traité de cette manière une platine qui n'en laissoit appercevoir aucune auparavant, peuvent, à un certain point, être considérées comme le produit de cette sorte d'affinage. (*Elemens de Chymie de l'Acad. de Dijon, tom. II, pag. 156.*)

VIII. On a tenté enfin de purifier l'or *par le muriate mercuriel corrosif* ; ce que j'ai dit dans la section VII de l'usage de ce sel pour en séparer l'antimoine, ne permet pas de douter qu'il puisse être employé pour l'or allié d'étain, & de tout autre métal susceptible de passer à la distillation avec l'acide muriatique. Mais on conçoit que cette opération ne peut se faire que sur de petites quantités ; elle devient coûteuse non-seulement par le prix des matières, mais encore par la nécessité de les traiter à la cornue, pour se mettre à l'abri des vapeurs dangereuses du muriate mercuriel. Si l'or tenoit argent, il pourroit arriver qu'une partie de ce métal noble fût elle-même saisie par l'acide & se sublimât en état de muriate d'argent, avant que d'éprouver une chaleur suffisante pour se réduire ; car les affinités de cet acide avec le mercure & avec l'argent ne sont pas dans un degré assez éloigné pour exclure tout mélange, & cela occasionneroit un déchet sur le fin.

La purification des métaux nobles peut s'opérer sans doute de bien d'autres manières ; il y en a, à vrai dire, autant que de substances capables d'agir sur eux ou sur leur alliage, avec des degrés différens d'affinité ; mais la plupart sont employées dans la docimasie humide, d'autres dans les procédés de départ, d'autres enfin dans des expériences de recherches qui seront décrites à l'article de chaque métal ; je n'ai dû comprendre ici que ce qui appartient proprement à l'affinage.

AFFINAGE,

AFFINAGE. (*Métallurgie.*) L'affinage est l'opération que l'on fait sur le plomb qui tient du fin, & dans la vue de l'en séparer ; mais il y a des mines qui, avant d'être traitées à l'affinage, exigent des opérations particulières que l'on a coutume de comprendre sous le nom de liquation : il m'a paru convenable d'en réunir ici la description pour ne pas diviser les travaux qui se font sur les mêmes matières.

La liquation (*eliquatio*) est dans les fonderies l'art de départir l'argent d'avec le cuivre par l'intermède du plomb. Les procédés de cette opération sont les plus importans de la Métallurgie ; je crois devoir les insérer tels que je les ai donnés en 1779 à l'Académie Royale des Sciences, qui les a approuvées. Leur description, quoique longue en apparence, simplifiera beaucoup d'autres articles de ce Dictionnaire, pour lesquels je n'aurai plus qu'à indiquer, par des renvois, les divisions de ce Traité, où ils se trouvent dans l'ordre méthodique.

Les opérations dont il s'agit vont faire la matière de huit Chapitres, divisés en différentes Sections.

Le *premier* Chapitre traitera du rafraîchissement du cuivre avec le plomb, ou autres matières qui contiennent ce métal.

Le *second* décrira le procédé de la liquation ou l'art de fondre le plomb uni au cuivre sans faire couler ce dernier.

Le *troisième* concernera le ressuage ou torréfaction des pièces de cuivre, après en avoir, par la liquation, extrait la majeure partie du plomb chargé de l'argent qui étoit contenu dans le cuivre.

Dans le *quatrième* je donnerai une nouvelle méthode pour exécuter les deux derniers procédés dans le fourneau que je propose.

Le *cinquième* Chapitre traitera de l'affinage du plomb, à l'effet d'en obtenir l'argent dont il s'est chargé dans la liquation.

Le Chapitre *sixième* contiendra un détail abrégé du raffinage du cuivre qui a passé à la liquation, & de la manière de raffiner le cuivre noir dans un fourneau de réverbère.

Il sera question, dans le *septième*, de la fonte des crasses ou déchets résultans de toutes les opérations.

Enfin, dans le Chapitre *huitième* je parlerai de la manière de raffiner l'argent affiné.

CHAPITRE Ier.

Du Rafraîchissement.

Les fourneaux dont on se sert en Allemagne pour l'opération du rafraîchissement, sont des espèces de fourneaux courbes ou à manche, les uns plus grands que les autres, sur-tout quant à ce qui concerne les dimensions intérieures ; celui qu'on emploie pour cet usage à la fonderie de la liquation de Grunthal en Saxe, m'a paru le mieux remplir les vues économiques qu'on doit toujours se proposer en faisant des établissemens ; ce fourneau ne consomme que peu de charbon, & il fond autant de matières que s'il avoit beaucoup de capacité. Il est représenté dans la Planche III. *Métallurgie.* On en trouvera l'explication à la suite de cet article.

PREMIÈRE SECTION.

Du Fourneau de rafraîchissement.

Le fourneau dont je donne le dessin a 23 pouces de longueur depuis le mur mitoyen qui porte la tuyère, jusqu'au devant de la chemise qui a 3 pouces d'épaisseur ; ce qui fait qu'il ne reste que 20 pouces de longueur intérieure, lorsque le fourneau est fermé par sa chemise. Sa largeur contre la tuyère est de 13 pouces $\frac{1}{2}$, & elle n'est que de 8 pouces $\frac{1}{2}$ à l'endroit de la chemise. Sa hauteur depuis le bas de la chemise jusqu'à sa partie supérieure est de 4 pieds $\frac{1}{2}$.

La brasque qui prend à partir de la lèvre inférieure de la tuyère, va en pente égale se terminer au bas de la chemise où est le trou de l'œil ; cette pente est de 10 pouces $\frac{1}{2}$; ce qui facilite l'écoulement des matières fondues dans le bassin de l'avant-foyer, qui est éloigné de la chemise de 4 pouces. Si on ne fait que des petites pieces de liquation du poids de 232 liv. ce bassin aura assez de capacité en ne lui donnant qu'un pied de profondeur & 10 pouces de largeur dans le haut, & un peu moins dans le bas, où il doit se terminer en calotte ou portion sphérique.

La tuyère qui, comme il est dit, doit être élevée de 10 pouces $\frac{1}{2}$ plus haut que le bas de la chemise, est placée presque horizontalement ; son inclinaison vers l'intérieur du fourneau ne doit pas excéder un degré ; comme les Fondeurs n'ont pas d'instrumens propres à donner cette pente, ils y suppléent en laissant tomber un peu d'eau dans la tuyère, qui a la pente requise lorsque ce fluide se détermine à couler. Alors on la scelle dans la maçonnerie de manière qu'elle n'excède pas le mur mitoyen.

SECONDE SECTION.

De la Brasque.

L'on fait que la brasque servant à la préparation des fourneaux, est composée de charbon de bois pilé & tamisé, & d'argille séchée ; à quoi on ajoute, dans certains cas, du sable ; il est des fontes qui exigent une brasque pesante, c'est-à-dire, environ autant d'argille que de charbon ; il en est d'autres où il faut employer de la brasque légère, composée de deux, trois & quatre parties de charbon sur une d'argille. Les Allemands en cela, comme en toute autre chose, suivent leur routine ou la coutume ; par exemple, dans la basse Allemagne, la brasque du fourneau de rafraîchissement est composée de trois parties de charbon & d'une d'argille (*voyez Schlutter, pag. 519*), & j'ai vu qu'à la fonderie de liquation de Grunthal, on composoit la brasque pour

ce même objet, de deux parties d'argille & d'une seule de charbon ; voilà une différence bien grande. La raison pour laquelle les Ouvriers de cette fonderie mettent une aussi forte partie d'argille, est qu'ils croient que la brasque plus légère ne résisteroit pas bien, particulièrement au bassin de l'avant-foyer, qui doit, autant qu'il est possible, conserver ses dimensions durant tout un rafraîchissement, afin qu'il ne contienne qu'autant de métal qu'il est nécessaire pour former une pièce de liquation.

On peut remédier à l'agrandissement du bassin, en employant, pour cette partie seulement, de la brasque, composée de parties égales de charbon & d'argille, & composer celle de l'intérieur du fourneau de deux parties de charbon & d'une d'argille. Je pense que c'est la meilleure proportion pour le travail en question.

La brasque trop pesante est sujette à occasionner des amas de matières qui restent non fondues & qui obstruent le fourneau ; d'un autre côté, il n'est pas nécessaire que la brasque soit très-légère pour cette opération ; car alors elle pourroit se détériorer avant la fin de la fonte qu'on s'est proposé d'y faire.

Lorsque la brasque est bien battue dans le fourneau & dans l'encaissement de l'avant-foyer avec les instrumens accoutumés, on creuse le bassin & on lui donne les dimensions indiquées.

Troisième Section.

De la chemise du fourneau.

Lorsqu'on a des cuivres noirs chargés de beaucoup d'impuretés, ces matières hétérogènes sont sujettes à s'attacher sur le sol & aux côtés du fourneau, ce qui occasionne un travail très-pénible, surtout lorsque le fourneau est fermé par sa chemise depuis le haut jusqu'au trou de l'œil, par lequel on détache ces amas avec des ringards, ce qui ne s'opère que très-difficilement ; l'œil est même souvent trop petit pour permettre la sortie des morceaux détachés, alors on est forcé de démolir la partie inférieure de la chemise pour arracher ces amas & de la reconstruire ensuite ; ce qui occasionne une perte de temps, de matières métalliques qui se brûlent, & une consommation inutile de charbon.

Pour parer à ces inconvéniens, je conseille de suivre une méthode fort simple en usage à Grunthal. Au lieu de fermer par la chemise toute la hauteur du fourneau, l'on ne ferme que la partie supérieure, & il reste dans le bas environ 15 pouces de vuide ; cet espace se garnit avec des charbons de 5 à 6 pouces de longueur, bien rangés les uns sur les autres, en observant de laisser sur la brasque, & au milieu de la largeur de la cheminée, une ouverture de 18 lignes pour le trou de l'œil, qui se formera facilement en plaçant sur la brasque, un bâton de cette grosseur, & que l'on retirera lorsque l'espèce de muraille de charbons sera achevée. On enduit ces charbons à l'extérieur avec de l'argille, de l'épaisseur d'un pouce, de manière que cet enduit n'excède pas le devant de la chemise ; l'on ne doit point mettre d'argille sur ces charbons dans la partie intérieure du fourneau.

On conçoit maintenant que, s'il arrive quelques obstructions considérables au fourneau, il est aisé de démolir une partie & même la totalité des charbons qui forment le bas de la chemise, d'arracher les amas par cette ouverture, & de la refermer en peu de momens avec des charbons & de l'argille pardessus.

Au moyen de l'enduit d'argille, ces charbons tiennent au feu assez de temps pour faire 80 à 100 pieces de liquation, qui est tout ce qu'on peut faire dans une fonte. Il est bon d'observer qu'on doit choisir les meilleurs charbons & les plus compactes, parce qu'ils résistent plus long-temps au feu, & qu'ils sont moins sujets à se déranger, que s'ils étoient tendres & friables.

Outre les avantages ci-dessus, qui résultent de l'arrangement de la chemise avec des charbons, il en est d'autres que je regarde comme très-importans ; 1°. celui de donner de la chaleur dans le fourneau, plus que ne pourroient faire des briques de la chemise, quoiqu'échauffées, & principalement dans cette partie où elle est nécessaire, pour que les matières, qui ont été mises en fusion en descendant devant la tuyère, puissent conserver la même fluidité en passant par l'œil.

2°. Celui d'empêcher qu'une partie des métaux, notamment le plomb, ne se scorifie ou se réduise en chaux, en perdant son phlogistique ; ce qui arrive avec une facilité incroyable à ce métal, lorsqu'il se trouve exposé à la direction du vent : or dans la préparation que je viens de rapporter, quand bien même le vent réduiroit en chaux quelques parties de plomb, & qu'il les pousseroit contre la chemise, les charbons qui ferment cette partie revivifieroient sur-le-champ cette chaux ; ce qui ne peut pas avoir lieu, lorsque toute la chemise est en briques ou en pierres.

Quatrième Section.

Du Chauffage du fourneau avant la fonte.

On ne doit fermer le bas de la chemise du fourneau de rafraîchissement avec les charbons, qu'après que le fourneau a été suffisamment chauffé pendant huit à neuf heures de suite, chauffage qui se fait de la manière suivante. On met un panier de charbons dans l'intérieur du fourneau, on en remplit en même temps le bassin de l'avant-foyer, l'on en met aussi dans celui de réception, qui est une sorte poële de fer coulé ; on met le feu à tous ces charbons, on l'entretient pendant tout le temps prescrit ci-dessus, en y ajoutant des charbons de temps en temps ; ensuite on ferme, ainsi qu'on l'a dit, la partie inférieure de la chemise, pour de suite commencer la fonte.

Après avoir donné le détail de la préparation du fourneau à rafraichir le cuivre, je vais traiter de la manière de charger & de gouverner ce fourneau, pour l'opération de la fonte du cuivre avec du plomb, de la litharge, ou de l'une & l'autre de ces matières. On jugera peut-être qu'il eût été plus régulier de commencer par donner la composition des charges pour en former les gâteaux ou pièces de liquation, avant que de parler de la manière dont ces charges doivent être portées au fourneau ; mais, comme elles ont un rapport immédiat à tout ce qui précède, je ne donnerai la composition des charges qu'après avoir parlé de la fonte.

Cinquième Section,

De la Fonte dite de rafraîchissement.

Le fourneau étant préparé & chauffé, comme il est dit dans les Sections précédentes, on le remplit de charbon, on donne le vent, soit de la trompe, soit des soufflets ; on charge tout de suite un bacquet de scories provenant de la fonte de minéraux de cuivre ; ces scories, en fondant, enduisent les parois d'une espèce de vernis qui augmente la chaleur du fourneau & empèche qu'elle ne se perde en partie dans les murs : bientôt après on charge sur les charbons une vingtaine de livres du plomb destiné à former la première pièce de liquation, & tout de suite à peu près la moitié du cuivre qui doit entrer dans cette pièce, & pardessus une trentaine de livres de litharge, ou, à leur défaut, on y suppléera par du plomb. Pendant ce temps, l'Aide-Fondeur tient un petit panier d'environ dix livres de charbon, dont il recouvre les métaux ou matières métalliques ci-dessus, sur lequel charbon le Maître Fondeur porte le restant du cuivre du premier mélange destiné à former la première pièce de liquation ; & aussi-tôt son Aide recouvre ce cuivre d'un pareil panier de charbon ; on laisse aller la fonte pendant environ un quart d'heure au plus, après quoi l'on charge le plomb ou la litharge destinés à ce premier mélange, à l'exception néanmoins d'une trentaine de livres, puis un panier de charbon pardessus.

Quand le bassin de l'avant-foyer est rempli environ aux trois quarts, on porte les trente livres de plomb réservées de ce mélange & un panier de charbon, sur lequel on charge la moitié du cuivre du second mélange, de la litharge, comme il est dit pour la formation de la première pièce, & aussi le panier de charbon sur lequel on porte l'autre moitié du cuivre de ce second mélange, puis un panier de charbon.

Lorsque le bassin est plein, & qu'on juge que le premier mélange est entièrement fondu, on charge le plomb ou la litharge de la seconde pièce, en en réservant aussi une trentaine de livres que l'on ne charge également que lorsque le bassin est rempli aux trois quarts du mélange de la seconde pièce ; on suit cette marche pendant toute la durée de la fonte.

Les matières fondues coulent incessamment par le trou de l'œil dans le bassin de l'avant-foyer ; mais comme elles seroient exposées au contact de l'air, & que celles de la surface perdroient leur phlogistique, on doit éviter cet inconvénient, en tenant toujours un peu de poussier de charbon sur ce bain.

Lorsqu'on n'emploie que du plomb & des litharges, cette fonte ne rend que très-peu de scories, surtout si le cuivre n'est pas trop chargé de substances étrangères ; mais ces scories sont riches en cuivre & en plomb, & elles contiennent même un peu d'argent. On verra, Chapitre VII, comment on doit traiter ces scories, que nous nommerons déchets du rafraichissement, pour les distinguer des déchets des autres opérations relatives à la liquation.

Le bassin de l'avant-foyer étant rempli des métaux d'un mélange, on en nettoie la surface & on perce pour faire couler les matières dans la poële de fer, où l'on a entretenu un peu de feu de charbons jusqu'au moment de la première percée. Mais avant de faire cette percée, on jette un peu d'eau dans la poële & deux poignées d'argille sèche & pulvérisée qu'on délaie dans l'eau, & avec un balai on en enduit tout l'intérieur de la poele qui, étant très-chaude, fait sécher l'enduit dans un moment.

Au lieu de percer, on peut puiser la matière dans le bassin, & la porter dans la poële avec une cuiller de fer également chauffée & enduite d'argille.

Il ne seroit pas possible de retirer la pièce du moule sans un fort crochet de fer que l'on fait entrer d'environ deux pouces dans le métal en fusion, de manière que la partie recourbée reste en dehors. Au moyen d'un bâton refendu ou d'une tenaille que l'on pose sur le bord du moule, on tient le crochet dans la position convenable, après quoi on jette de l'eau sur les bords de la poële ; elle se répand sur la surface du métal, il n'en faut que peu dans le premier instant, mais ensuite on peut sans danger en remplir le moule entièrement ; comme elle ne tarde pas à bouillir, on la jette hors du moule avec un balai, & l'on y en substitue de la fraiche, ce qu'on répète jusqu'à ce qu'on juge que la pièce soit entièrement figée. Alors avec un levier, soit de bois, soit de fer, de sept à huit pieds de longueur, & qu'on passe dans le crochet, on enlève la pièce de son moule : en frappant avec un marteau tout autour du crochet, on le dégage de la pièce pour le faire servir à une autre ; mais comme il peut se rompre, il est bon d'en avoir plusieurs avant de commencer une fonte.

Aussi-tôt qu'une pièce de liquation est sortie de son moule, l'on y jette, comme on l'a déjà dit, de l'argille ; s'il est resté un peu d'eau dans ce moule, il n'est pas nécessaire d'y en ajouter ; mais dans le cas où elle seroit toute évaporée, l'on y en met un peu, & avec le balai l'on agite cette eau qui délaie l'argille, qui fait le petit enduit comme ci-dessus

qui conserve la poêle & qui facilite la sortie de la pièce. Ce travail doit être exécuté par un Maître Fondeur & deux Aides.

Les Allemands nomment la fonte du cuivre noir tenant argent, avec du plomb ou des matières qui le contiennent, *rafraîchissement du cuivre ;* sans doute qu'ils ont donné cette dénomination à cette fonte, parce qu'elle exige un plus petit degré de chaleur pour mettre le cuivre en fusion, que lorsqu'on le fond seul; en effet, le plomb ou la litharge qu'on est forcé de faire entrer dans la composition de cette fonte, facilitent extrêmement la fusion du cuivre, c'est ce qui fait que cette opération va d'une vitesse incroyable. Nous avons vu à Grunthal, en Saxe, faire 7 pièces de liquation par heure, de manière qu'en un poste de 12 heures on en faisoit 84, pour lesquelles on consommoit environ 200 pieds cubes de charbon de bois.

On vient de voir la description entière de la fonte dite de rafraichissement ; l'on va, dans les Sections suivantes, traiter de la composition des mélanges des matières soumises à cette fonte. Comme il est rare d'avoir tous cuivres qui contiennent la quantité d'argent requise, pour faire les mêlanges de la manière la plus avantageuse, on est souvent forcé de faire de deux espèces de rafraichissemens qu'on désigne par *rafraichissement riche* & *rafraichissement pauvre,* ainsi qu'on va le voir dans la Section suivante.

Sixième Section.

Différence du Rafraîchissement riche au Rafraîchissement pauvre.

Tout cuivre qui contient douze onces ou environ d'argent par quintal, a la teneur convenable pour le soumettre au rafraichissement riche ; s'il en tient d'avantage, il reste de ce métal précieux dans le cuivre, quoiqu'on ait bien opéré, & d'autant plus que la teneur du cuivre surpasse les douze onces. En pareil cas, on est forcé de repasser une seconde fois ce cuivre avec du plomb, & par tous les procédés relatifs à la liquation, pour en obtenir l'argent qui y étoit resté après la premiere opération, ce qui occasionne une double dépense.

Le rafraichissement pauvre est celui dans lequel on n'emploie que des cuivres dont la teneur en argent n'est que de 4, 5 & 6 onces par quintal; l'inconvénient qui résulte de ce peu de richesse, est infiniment plus considérable que celui d'avoir des cuivres qui tiennent 15 à 20 onces & au-dessus, que l'on est obligé de passer deux fois aux opérations de la liquation pour en obtenir tout l'argent, ainsi que je viens de le dire ; car, dans cette circonstance, on obtient beaucoup d'argent, & dans celle du rafraichissement pauvre, le plomb ou l'œuvre qui vient de la liquation, ne tient qu'une once & demie à deux onces par quintal; ce qui oblige de repasser cet œuvre avec d'autres cuivres de la même teneur ou à peu près, & d'en faire de nouveau la liquation ; alors la richesse du plomb est portée à environ trois onces & demie par quintal.

L'on voit que si, dès la première liquation, on affinoit ce plomb ; la dépense seroit double, ainsi que le déchet ou l'évaporation du plomb, & qu'il convient mieux de le repasser une seconde fois avec de nouveau cuivre & de le liquéfier.

C'est d'après ces principes reconnus en Allemagne & dans toutes les fonderies de liquation bien entendues, qu'on doit se régler : au reste, les exemples que je donnerai pour tous les cas qui peuvent se présenter, faciliteront beaucoup l'intelligence de ce qui précède.

Septième Section.

Des proportions des Métaux dans les pièces de liquation.

En Allemagne, où il se liquéfie beaucoup de cuivre, on a des atteliers qui permettent de travailler en grand volume ; en conséquence les pieces de liquation s'y font communément du poids de 350 l. chacune, & on les compose, savoir, de trois quarts de quintal ou 75 l v. de cuivre, & de onze quarts de quintal ou 275 liv. de plomb. Ils comptent par *quarts* afin de rendre les calculs plus faciles à faire; ces proportions sont pour le rafraichissement riche.

Quant au rafraichissement pauvre, les pieces sont également composées de 75 liv. de cuivre, & seulement de dix quarts ou 250 liv. de plomb. D'où l'on voit que dans le travail riche les pieces sont du poids de 350 liv. & que dans le travail pauvre, elles ne pèsent que 325 liv. ou 25 liv. de moins que dans le travail riche; on voit aussi que ce moins porte sur le plomb, & non sur le cuivre, dont la quantité est invariablement la même dans les deux cas.

Comme il n'y a point en France de fonderies appartenantes au Roi, ainsi qu'en Allemagne, où elles sont la plupart pour le compte des Electeurs qui y font traiter beaucoup de cuivre, & que, d'ailleurs, chaque compagnie de mine n'a chez nous que son petit établissement proportionné à l'importance des produits de sa mine, je crois devoir conseiller de faire des pièces de liquation moins fortes que celles dont je viens de parler ; elles seront plus aisées à manier : au surplus, on pourra à cet égard procéder suivant les circonstances. Je vais donner le poids des pièces qui m'a paru le plus convenable pour un petit établissement, & les proportions des métaux qui doivent les composer, sans avoir ici égard à leur teneur en argent.

Dans le cas d'un rafraichissement riche, les pièces seront composées de cinquante livres de cuivre & de 182 livres de plomb, ce qui fait 232 liv. pour le poids de chaque pièce de liquation. On peut voir que c'est la même proportion du cuivre, & à très-peu-près, celle du plomb observées pour les grandes pièces ci-dessus.

Quant au rafraichissement pauvre, les pièces ne doivent peser que 216 liv. & être composées de 50 livres de cuivre & de 166 liv. de plomb, qui est aussi à deux tiers de livre près la proportion de plomb requise dans cette circonstance.

HUITIÈME SECTION.

Dispositions préliminaires avant de faire les mélanges.

On ne doit entreprendre la fonte du rafraîchissement, que lorsqu'on a en magasin une certaine quantité de cuivres noirs tenant argent, & du plomb ou des litharges en suffisante quantité. Il faut alors, 1°. connoître très-parfaitement la teneur en argent de tous les cuivres, de laquelle on doit s'être assuré par les essais les plus exacts. 2°. Savoir le poids de chaque espece de cuivre, afin que, connoissant ce qu'un quintal doit rendre, on puisse juger de la quantité totale de l'argent contenu dans la masse entière de chaque espèce de ces cuivres. 3°. Enfin, il est essentiel de connoitre le poids total de tous ces cuivres pris ensemble & celui de tout l'argent y contenu, pour, d'après cela, pouvoir, par une regle de proportion, juger ce que la masse entière de tous ces cuivres doit rendre d'argent par quintal.

C'est d'après toutes ces connoissances qu'on doit partir pour faire les mélanges de la maniere la plus convenable, relativement aux différentes teneurs des cuivres en argent; c'est aussi par là qu'on verra si ces cuivres sont en général d'une teneur convenable pour passer au rafraîchissement riche, ou s'il n'y en a qu'une partie qui en soit susceptible, ou enfin si leur totalité ne peut être traitée que par un rafraîchissement pauvre.

Afin de donner le plus de lumières possible sur une matière aussi importante, je vais réunir dans un tableau les essais de différens cuivres noirs, leur poids, leur teneur en argent par quintal, & la quantité d'argent que la masse entière de chaque espèce de cuivre recèle.

TABLEAU *des Cuivres noirs tenant argent.*

Numéros des Cuivres suivant l'ordre des essais.	POIDS des Cuivres.	Teneur en argent de chaque quintal de Cuivre, d'après les essais.				Total de l'argent contenu dans chaque espece de Cuivre.			
		marcs.	onces.	gros.	grains.	marcs.	onces.	gros.	grains.
N°. 1	3000	2	4	2	36	76	1	3	»
2	2764	»	4	5	18	16	»	5	42 ½
3	6218	»	5	3	54	42	4	0	26 ½
4	5601	»	6	2	»	43	6	»	36
5	5567	»	3	7	18	27	1	4	49 ½
6	1535	»	3	1	»	5	7	7	54
7	1544	»	4	5	36	9	0	3	»
8	1939	»	7	6	36	18	7	3	63
9	1826	»	10	1	18	23	1	3	45
10	1593	»	10	7	36	21	6	1	63
11	1541	»	9	3	»	18	0	3	54
12	1693	»	5	0	45	10	5	7	56 ½
13	1623	»	5	1	45	10	4	3	41 ⅓
14	3052	»	5	5	22 ½	21	2	7	2
15	1409	»	5	4	38	9	6	3	28
	40905					355	1	3	57 ⅓

Ce tableau fait voir, 1°. qu'il y a quinze espèces de cuivre dont les teneurs en argent sont différentes; 2°. que tous ces cuivres pèsent ensemble 40905 liv. 3°. que leur totalité doit contenir en argent 335 marcs 1 once 3 gros 57 grains $\frac{1}{3}$; ce dont on doit s'être assuré par des essais faits doubles de chaque cuivre en particulier. Maintenant si 40905 liv. de cuivre tiennent 355 marcs 1 once 3 gros 57 grains d'argent, combien doivent tenir 100 liv. de ces mêmes cuivres? On trouve 6 onces 7 gros 41 grains $\frac{1}{2}$, pour la teneur moyenne de tous ces cuivres.

Ces éclaircissemens vont servir de base à la composition des mélanges, & à leur préparation pour la fonte du rafraichissement.

On se rappellera que j'ai dit que tout cuivre qui recèle 12 onces d'argent par quintal, a la teneur convenable pour être traité dans un rafraichissement riche; celle de tous les cuivres portés au tableau, n'est, comme on vient de le voir, que de 6 onces 7 gros 41 grains $\frac{1}{2}$ par quintal, ce qui mettroit dans le cas de les traiter tous par rafraichissement pauvre, s'il n'y en avoit pas parmi eux qui eussent une teneur plus forte.

Le tableau fait voir que le cuivre, n°. 1, passe 20 onces ou 2 marcs $\frac{1}{2}$; celui-ci seroit donc, d'après ce qui est dit section VI, dans le cas de passer deux fois aux opérations de la liquation, afin d'en pouvoir obtenir tout l'argent; mais comme il s'en trouve de plus pauvres également portés au tableau, on doit en faire entrer avec le premier la quantité convenable, pour que le tout résultant de ces parties, contienne environ 12 onces d'argent par quintal, ce qui formera un rafraichissement riche.

On a vu, dans la VIIe. section, qu'au travail riche chaque pièce de liquation ne doit être composée dans les petits atteliers, que de 50 liv. de cuivre & de 182 liv. de plomb, ce qui fait 232 liv. pour le poids des pièces de liquation. Cela posé, il s'agit de trouver dans ce tableau ceux des cuivres qui auront la teneur requise, c'est-à-dire, à peu-près 12 onces par quintal, & 6 onces pour les 50 liv. de cuivre qui entreront dans chaque pièce. On en a un exemple dans la composition du mélange qui suit.

Ier. *Mélange, pour une pièce de liquation dans le cas de rafraîchissement riche.*

		onces.	gros.	grains.
15	livres de cuivre du n°. 1er. contenant 20 onces 2 gros 36 grains par quintal, les 15 livres donneront	3	»	27
10	livres de cuivre n°. 4, dont la teneur par quintal est de 6 onces 2 gros, pour les dix livres	»	5	»
10	livres du n°. 8, tenant 7 onces 6 gros 36 grains, pour les dix livres.	»	6	18
10	livres du n°. 9, à 10 onces 1 gros 18 grains, font	1	0	9
5	livres du n°. 10, à 10 onces 7 gros 36 grains, font	»	4	27
182	livres de plomb de litharges, dont la teneur en argent ne doit pas être comptée.			
232	livres, dont 50 livres de cuivre, contenant	6	»	9

REMARQUES.

Ce mélange fait voir que les 50 liv. de cuivre qui entrent dans la composition de chaque pièce, tiennent 6 onces 9 grains d'argent, ou 12 onces 18 grains par quintal. On auroit bien trouvé, par le calcul, la quantité qu'il eût été nécessaire de prendre de chaque espèce de cuivre, pour n'avoir que 6 onces d'argent au lieu de 6 onces 9 grains; mais outre que cette précision n'est pas absolument nécessaire, & qu'on peut même négliger les grains, cela occasionneroit de l'embarras dans les pesées de cuivres, une perte de temps & souvent des erreurs.

Deux considérations obligent de réduire les cuivres noirs en petits morceaux gros comme des noix ou environ. Premièrement, il ne seroit pas possible sans cela d'en faire des pesées aussi petites que celles que les mélanges exigent. Secondement, ces petits morceaux présentent ensemble infiniment plus de surface que s'ils étoient en une seule masse; ce qui fait qu'étant jetés dans le fourneau, la chaleur les pénètre & les fait entrer beaucoup plus vite en fu-

ſion que des morceaux volumineux qui ne ſe fondroient qu'imparfaitement & très-long-temps après que le plomb ſeroit déjà rendu dans le baſſin de l'avant-foyer ; inconvénient qu'il faut éviter, parce qu'alors il ſe trouveroit des pièces de liquation qui contiendroient plus de cuivre que les autres, & par conſéquent plus d'argent ; de ſorte que le plomb laiſſeroit une forte partie de cet argent dans le cuivre après l'opération de la liquation ; au contraire, les pièces qui contiendroient plus de 182 livres de plomb & moins de 50 livres de cuivre, ſeroient pauvres en argent, & le plomb très-difficile à liquéfier, ſans faire couler en même temps avec lui une bonne partie du cuivre.

Schlutter, dans ſon Traité des fontes, a donné une machine à caſſer le cuivre ; elle eſt repréſentée ſur la planche 48 ; elle n'eſt utile que dans le cas où l'on a des cuivres en lingots ou gros plateaux, que l'on fait rougir pour les rendre plus faciles à caſſer. On peut ſe paſſer de machine pour cet objet, en caſſant les gâteaux de cuivre noir à meſure qu'on les lève du baſſin de réception, & tandis qu'ils ſont rouges, on parvient aiſément à les briſer à coups de maſſe. Tous les petits morceaux qui en réſultent ſe mettent en magaſin, de maniere qu'on forme un tas de toute une fonte de mattes grillées réduites en cuivre noir, ſur lequel on place une planche portant le *n°.* 1, & ainſi des autres. Ce ſont ces cuivres qu'on prend pour en faire le rafraîchiſſement ; mais pour en bien connoitre la teneur en argent, il convient d'en prendre à deux différentes fois dans le baſſin de réception, ſavoir après avoir levé la première plaque de cuivre, & lorſqu'il y en a environ la moitié de levée : environ deux gros à chaque fois ſuffiſent. On verſe ce cuivre dans une petite lingotière ou dans un creuſet ; ces petits boutons réſultant de toutes les coulées d'une fonte ſont fondus enſemble dans un creuſet & jetés en lingot duquel on en coupe pour faire un eſſai double. On en fait autant pour toutes les fontes. Les eſſais étant faits, l'on écrit ſur la petite planche au deſſous du n°. la teneur en argent du cuivre du tas où elle ſe trouve : ceci eſt aiſé à faire, & rend plus facile le choix des différens cuivres pour en faire les mélanges.

Si le cuivre étoit en lingots, on en couperoit deux petits boutons, l'un en deſſus & l'autre en deſſous de chaque lingot, & on fondroit tous ces petits boutons en une ſeule maſſe dont on feroit l'eſſai.

Je n'ai fait entrer dans le mélange ci-deſſus que du plomb ſous ſa forme métallique, parce que, lorſqu'on fait un premier rafraîchiſſement, on peut n'avoir que cette matière à ajouter ; mais lorſqu'on aura paſſé à la coupelle le plomb qui proviendra de la liquation des pièces du premier rafraîchiſſement, on emploiera avec avantage des litharges dans les rafraîchiſſemens ſuivans ; & comme elles ne rendent pas à beaucoup près leur poids en plomb, il faut, pour obtenir les 182 livres de ce métal, en employer une quantité ſuffiſante pour, qu'après leur revivification, elles donnent la quantité de plomb requiſe à chaque pièce.

Schlutter, page 523, dit « qu'il faut 35 livres de » litharges pour tenir lieu d'un quart de quintal de » plomb, & 40 livres de têt pour la même quan» tité. » D'où il s'enſuivroit que les litharges ne rendroient que 71 livres $\frac{3}{7}$ de plomb & le têt 62 livres $\frac{1}{7}$. Il y a certainement erreur, car les litharges doivent donner plus de plomb ; quant au têt, c'eſt à peu près ſa teneur. Le même Auteur dit ailleurs que le quintal de plomb eſt de 116 livres ; c'eſt, ſans doute, d'après cela qu'il a établi ſon calcul ci-deſſus, en ce cas 35 livres de litharges devroient rendre 29 livres de plomb, ce qui fait le quart du quintal de 116 livres, & en ſuivant la même proportion, 100 livres de ces litharges devroient rendre 82 livres $\frac{6}{7}$ de plomb ; ce qui, ſelon moi, eſt un peu trop pour la fonte dont il s'agit. Je ne compte régulièrement que ſur 80 livres, non-ſeulement à cauſe du plomb qui ſe trouve vitrifié dans la fonte du rafraîchiſſement, mais auſſi à raiſon de l'augmentation de poids que le plomb éprouve en paſſant de l'état métallique à celui de chaux ou de litharge, augmentation connue de tous les Chymiſtes.

Suivant Schlutter, 160 livres de têt devroient rendre 116 livres de plomb ; ce qui fait que, ſelon lui, 100 livres doivent rendre 72 livres $\frac{1}{2}$ de plomb ; or cela ne peut pas être, non-ſeulement à cauſe du poids des cendres, mais auſſi par rapport à l'augmentation du poids du plomb qui ſe trouve partie réduit en chaux & partie vitrifié dans ces cendres. Je ne compte communément que ſur 60 livres de plomb par 100 livres de têt, ce qui fait 20 livres de moins que la litharge à cauſe des cendres contenues dans le têt.

Il réſulte de ceci que la litharge perd dans la fonte du rafraîchiſſement 20 par 100, & le têt 40 ; au moyen de quoi, lorſqu'on n'ajoutera que de la litharge dans un rafraîchiſſement riche, il en faudra pour chaque pièce 227 livres $\frac{1}{2}$, pour obtenir les 182 livres de plomb ; & ſi on n'y employoit que du têt, ce que je ne conſeille pas par les raiſons que je déduirai ailleurs, il en faudroit 303 livres $\frac{1}{3}$ pour obtenir la même quantité de plomb.

D'après ces éclairciſſemens, il ſera aiſé de faire les mélanges, en ne ſe ſervant que de litharges qui feront pour le moins un auſſi bon effet que le plomb. Nous allons donner un mélange de cette eſpèce, en y faiſant entrer les cuivres des mêmes numéros du premier.

IIe. *Mélange, de la Litharge pour un Rafraîchiſſement riche.*

		onces.	gros.	grains.
15	livres de cuivre n°. 1, contenant 20 onces 2 gros 36 grains par quintal, les 15 livres rendront . .	3	»	27
10	livres *idem*, n°. 4, à 6 onces 2 gros par quintal .	»	5	»
10	livres du n°. 8, à 7 onces 6 gros 36 grains . . .	»	6	18
10	livres du n°. 9, à 10 onces 1 gros 18 grains . . .	1	0	9
5	livres du n°. 10, à 10 onces 7 gros 36 grains . . .	»	4	27
182	livres de plomb, ou 227 livres ½ de litharges pour en tenir lieu.			
232	livres, poids de la piece; argent y contenu	6	»	9

REMARQUES.

Le mélange précédent préſente les mêmes réſultats que le premier, quoiqu'on n'y faſſe entrer que des litharges au lieu de plomb; car on compte ici pour rien l'argent que ces litharges peuvent contenir, qui, communément, eſt 1 gros par quintal du plomb qui en provient; ſi on comptoit cet argent, il ſe trouveroit en moins après l'affinage du plomb provenant de la liquation, puiſqu'il en reſte encore autant dans les nouvelles litharges qui réſultent de ce plomb quoique l'affinage en ſoit bien fait.

Les deux mélanges ci-deſſus ſont dans le cas des rafraîchiſſemens riches; celui qui va ſuivre eſt pour un rafraîchiſſement pauvre. On a vu que les cuivres dont la teneur en argent n'étoit que d'environ 6 onces par quintal, devoient paſſer au rafraîchiſſement pauvre, ſur-tout lorſqu'on n'en avoit pas d'autres plus riches à y mêler.

IIIe. *Mélange, pour un Rafraîchiſſement pauvre.*

		onces.	gros.	grains.
25	livres de cuivre du n°. 4, dont la teneur eſt de 6 onces 2 gros; pour les 25 livres	1	4	36
25	livres de cuivre n°. 14, qui tient par quintal 5 onces 5 gros 22 grains ½; ces 25 livres doivent rendre	1	3	23
166	livres de plomb, ou, pour en tenir lieu, 207 livres ½ de litharges.			
216	livres, poids de la piece; argent y contenu	2	7	59

REMARQUES.

Ce mélange fait voir, 1°. qu'on y a employé 16 livres de plomb de moins que dans ceux deſtinés au rafraîchiſſement riche; 2°. que l'argent qui doit exiſter dans les 50 livres de cuivre, n'eſt que de 2 onces 7 gros 59 grains; ce qui n'eſt pas la moitié de celui contenu dans les 50 livres de cuivre des mélanges précédens; c'eſt ce qui fait qu'on peut, ſans inconvénient, ſupprimer une partie du plomb dans cette circonſtance, ainſi qu'on peut le voir en comparant ce mélange avec les précédens. J'ai déjà dit que je

je ne conseillois pas d'ajouter de têt dans les mélanges d'un rafraîchissement riche ; mais si on manquoit de plomb d'addition & de litharges, on pourroit, dans celui-ci, ajouter un tiers & même la moitié de têt, & le surplus en plomb & litharges, ayant égard à ce qui est dit relativement à la teneur du têt en plomb.

Le têt, en raison des cendres, est plus difficile à fondre que la litharge; mais cela ne fait rien dans la fonte dont il s'agit, puisqu'il entre bien en fusion au degré de chaleur nécessaire à fondre le cuivre. Les motifs qui m'ont porté à ne pas conseiller d'en ajouter dans les rafraîchissemens riches, sont, 1°. parce que ces têts provenant de l'affinage du plomb liquéfié ou séparé du cuivre par la liquation, contiennent toujours un peu de ce dernier métal qui se retrouve dans ce rafraîchissement & qui augmente celui qu'on y ajoute. 2°. Parce que le têt fournit naturellement des scories qui peuvent embarrasser ou obstruer le fourneau, & qui même, en se rendant avec les matières fondues dans le bassin de l'avant-foyer, couvrent la surface des métaux en bain, d'où l'on est contraint de les enlever avant même qu'elles soient figées, notamment lorsque le bassin est plein, & qu'il s'agit de faire tout de suite couler la matière dans la poele. On ne peut pas enlever ces crasses, sur-tout dans leur état de fluidité, sans en même temps enlever du cuivre, du plomb, & par conséquent de l'argent; ces inconvéniens sont moins à craindre dans les rafraîchissemens pauvres, que dans les riches.

Nous n'avons jusqu'ici employé dans les mélanges que des litharges ou des plombs revivifiés des litharges dont on regarde la teneur en argent comme nulle. Mais souvent il arrive qu'on a des plombs marchands qui contiennent de l'argent, tels que sont ceux qui ont déjà passé une fois au rafraîchissement pauvre, qui s'y sont chargés de l'argent du cuivre, & qui peuvent encore absorber celui contenu dans des cuivres qui n'en auroient que peu : le mélange suivant va servir d'exemple dans cette circonstance.

IVe. *Mélange avec des plombs tenant argent pour un Rafraîchissement riche.*

		onces.	gros.	grains.
50	livres de cuivre n°. 7, qui contient par quintal 4 onces 5 gros 36 grains ; ce qui fait, pour les 50 livres	2	2	54
182	livres de plomb, contenant 2 onces d'argent par quintal	3	5	8
232	livres de plomb & cuivre. Argent	5	7	62

Remarques.

Ce mélange fait voir : 1°. que si l'on a des cuivres qui ne contiennent en argent que 4 onces 5 gros 36 grains par quintal, & du plomb dont la teneur en argent soit de 2 onces aussi par quintal, on pourra en faire un rafraîchissement riche. 2°. Que si le plomb, au lieu de deux onces, tenoit quatre onces d'argent, on ne pourroit se dispenser d'en passer une partie à la coupelle pour en extraire l'argent avant que de pouvoir faire les mélanges, sans quoi les pièces de liquation qui en résulteroient, se trouveroient contenir beaucoup plus de 6 onces d'argent; d'où il arriveroit que le cuivre en retiendroit une partie qui seroit en pure perte, ou il faudroit le repasser une seconde fois par toutes les opérations de la liquation ; ce qui occasionneroit des frais inutiles & du déchet sur les matières.

Si le cuivre ne contenoit, comme ci-dessus, que 4 onces 5 gros 36 grains par quintal, il est aisé de voir qu'en ce cas on devroit conserver la moitié du plomb en nature & extraire les 4 onces d'argent par quintal de l'autre moitié, en le réduisant en litharges par la coupellation; alors on seroit dans le cas de faire les mélanges de la manière la plus avantageuse, en y faisant entrer moitié du plomb en œuvre, & moitié en litharges : le mélange suivant servira d'exemple.

V^e. *Mélange pour un Rafraîchissement riche avec du plomb tenant argent & des litharges.*

		onces.	gros.	grains.
50	livres de cuivre n°. 7, à 4 onces 5 gros 36 grains; les 50 livres donneront	2	2	54
91	livres de plomb à quatre onces d'argent par quintal, doivent rendre	3	5	8
91	livres de plomb de litharges; mais comme il est inutile de revivifier préalablement ces litharges, on en ajoutera 113 liv. $\frac{6}{10}$, qui doivent rendre les 91 de plomb.			
232	livres, poids de la piece. Argent	5	7	62

Remarques.

Le dernier mélange donne les mêmes résultats que le précédent.

Ceux qui auroient beaucoup de cuivre à soumettre à la liquation, pourroient sans inconvénient en former des pièces de liquation plus fortes que celles dont je viens de donner les mêlanges; en ce cas je conseillerois de les faire du poids de 350 livres, & il faudroit, pour suivre les proportions indiquées, employer pour chaque pièce 75 livres de cuivre & 275 livres de plomb, ou suffisamment de litharges pour tenir lieu de ce dernier métal. Je vais donner un mélange dans cette circonstance.

VIe. & *dernier Mélange dans le cas d'un Rafraîchissement riche pour une pièce du poids de 350 livres.*

		onces.	gros.	grains.
25	livres de cuivre n°. 1, dont la teneur est de 20 onces 2 gros 36 grains par quintal, ci, pour les 25 livres	5	»	45
25	livres *idem* n°. 4, à 6 onces 2 gros, font	1	4	36
25	livres de cuivre n°. 11, à 9 onces 3 gros; pour les 25 livres, ci	2	2	54
275	livres de plomb, ou 343 livres ¾ de litharges, pour tenir lieu de ce plomb; ce qui se trouve facilement, en prenant le quart des 275 liv. de plomb qu'on ajoute avec lui.			
350	livres, poids de la piece. Argent	8	7	63

Remarques.

On observera qu'il ne manque que 9 grains de fin dans ce mêlange pour faire 9 onces, qui est la teneur requise pour un mêlange de rafraichissement riche; car, quoique dans les mêlanges précédens il n'y ait que 6 onces d'argent & qu'il s'en trouve 9 dans celui-ci, cela vient de ce qu'il y a un tiers de cuivre de plus; & si on fait attention aux données, on verra que les trois espèces de cuivre qu'on a pris pour ce mêlange tiennent moyenne proportionnelle 11 onces 7 gros 60 grains d'argent par quintal; donc les 75 livres de cuivre qui entrent dans la composition de mêlange doivent contenir les 8 onces 7 gros 63 grains de fin portés à la dernière colonne du mêlange.

Il eſt inutile de donner l'exemple d'un rafraichiſſement pauvre dans le cas où l'on ſe porteroit à faire de grandes pièces de liquation; il ſuffira de répéter que la quantité de cuivre doit être la même, c'eſt-à-dire de 75 livres, & celle du plomb diminuée de 25 livres, c'eſt-à-dire qu'au lieu de 275 livres de plomb, il ne doit y entrer que 250 livres.

Je crois avoir ſuffiſamment établi la manière de faire les mélanges pour la compoſition des pièces de liquation dans tous les cas qui pourroient ſe préſenter; mais on prévient qu'il faut de l'attention & beaucoup d'ordre pour opérer avec ſuccès.

Je terminerai le détail ſur le rafraichiſſement du cuivre par quelques réflexions ſur la teneur du plomb qui doit provenir de la liquation des pièces, tant du rafraichiſſement riche que du pauvre, & enfin par dire ce qui peut reſter d'argent dans le cuivre, quoique les procédés ſoient bien exécutés.

Si on fait attention que dans une petite pièce d'un rafraichiſſement riche, par exemple, celle du premier mêlange, il entre 182 livres de plomb, & que ce plomb eſt cenſé abſorber & entrainer avec lui dans l'opération de la liquation les 6 onces 9 grains d'argent contenus dans le cuivre, il ſera aiſé de s'appercevoir que l'œuvre ſe ſera enrichi de 3 onces 2 gros 31 grains $\frac{7}{?}$ par quintal; ce qui ſe trouvera en diſant: ſi 182 livres de plomb tiennent 6 onces 9 grains, combien doivent tenir 100 livres? &c.

Le plomb provenant d'un rafraichiſſement pauvre ne peut pas avoir la même teneur; nous prendrons pour exemple le troiſième mêlange où l'on n'a employé que 166 livres de plomb qui doivent ſe charger des 2 onces 7 gros 59 grains d'argent contenus dans le cuivre. Pour trouver la teneur que ce plomb doit avoir après être liquéfié, on dira: ſi 166 livres de plomb recèlent 2 onces 7 gros 59 grains d'argent, combien 100 livres de ce plomb doivent-elles contenir? On aura 1 once 6 gros 25 grains.

On voit maintenant que ce plomb eſt trop pauvre pour être paſſé à la coupelle avec avantage, c'eſt pourquoi, on le repaſſe avec des cuivres pauvres en argent, ainſi que nous l'avons dit.

Quoique les opérations de la liquation ſoient faites avec la plus grande exactitude, il reſte toujours un peu d'argent dans le cuivre; car, quoique ce métal précieux n'ait pas autant d'affinité avec le cuivre qu'avec le plomb, il en a aſſez pour en retenir, & quand il n'en reſtera qu'environ quatre gros par quintal de cuivre, on pourra être aſſuré que les procédés auront été bien exécutés.

D'après ce raiſonnement, on ſeroit porté à croire que le plomb provenant de la liquation des pièces ne devroit pas tenir la quantité d'argent par quintal que les calculs précédens indiquent; mais on verra que ces plombs doivent rendre par quintal les quantités d'argent indiquées, ſi on fait attention, 1°. qu'en faiſant liquéfier le plomb contenu dans les pièces, il en ſort beaucoup plus dans le commencement que vers la fin de l'opération; 2°. que celui qui part le premier eſt plus riche en argent que le dernier; 3°. enfin, que le plomb qui reſte dans les pièces après leur liquation, & qu'on en retire par le raffinage, ne tient que très-peu d'argent. Il ne ſeroit même pas étonnant que la teneur en argent des plombs fût plus forte, ce qui, d'une part, peut provenir du plomb pauvre en argent qui reſte dans le cuivre, & de l'autre, du plomb qui perd ſon phlogiſtique, tant dans la voie du fourneau de liquation, que dans le baſſin même; ce qui rend plus riche l'œuvre que l'on en obtient ſous ſa forme métallique.

Il y a des Allemands qui comptent 16 livres de plomb par chaque lot ou demi-once d'argent exiſtant dans le cuivre, mais cela n'eſt pas toujours applicable. Par exemple, du cuivre qui tient par quintal 24 lots ou 12 onces, les $\frac{3}{4}$ de quintal ou 75 livres réelles qui entrent dans une grande pièce contiendroient 18 lots; or, 16 fois 18 liv. de plomb feroient 288 livres, tandis que 275 liv. ſuffiſent pour retirer tout l'argent de ce cuivre.

Si le cuivre ne tenoit que 9 lots par quintal, il n'y auroit que 6 lots dans une pièce, & 6 fois 16 livres de plomb ne feroient que 96 livres, ce qui ſeroit de beaucoup trop peu pour bien faire la liquation; il vaut mieux s'en tenir aux proportions indiquées par les mêlanges que j'ai donnés.

Les grands détails dans leſquels je ſuis entré, relativement au rafraichiſſement du cuivre tenant argent avec le plomb, rendront beaucoup plus intelligibles les opérations qui vont ſuivre. Comme celle qui ſuccède immédiatement après le rafraichiſſement eſt la liquation, je vais en traiter dans le chapitre ſuivant.

CHAPITRE II.

De la Liquation.

La liquation eſt le procédé par lequel on extrait du cuivre, le plomb qui ſe charge de l'argent contenu dans le premier métal.

Quoique cette opération paroiſſe fort ſimple, elle exige néanmoins beaucoup d'attention de la part du Fondeur, ſoit pour gouverner le feu de manière que toutes les pièces de liquation reçoivent en même temps une chaleur égale, ſoit pour empêcher que le cuivre ſe fonde avec le plomb.

J'ai repréſenté le fourneau ſervant à cette fonte, dans lequel on met à chaque opération ſix pièces ou pains de liquation; il eſt exécuté à la Fonderie de Grunthal en Saxe. (*Voyez les planches de Métallurgie, n°. IV.*)

Schlutter en donne un à peu près ſemblable ſur la planche 48 de ſon Traité des fontes. Comme il trouva alors quelques inconvéniens dans la forme de ces fourneaux, ſur-tout par rapport à la conſommation du charbon, il en fit conſtruire un à réverbère qu'il chauffoit avec le bois; il en donne le deſſein planche 49. Mais celui-ci eſt auſſi ſujet à beaucoup d'inconvéniens, que j'expliquerai dans le cha-

pitre IV, où je donnerai le détail du double procédé de la liquation & du ressuage qu'on peut faire dans un seul fourneau ; il s'agit maintenant de décrire celui de la liquation qui s'opère dans le petit fourneau ordinaire.

Première Section.

Préparation du fourneau.

Lorsqu'on est dans le cas de faire la liquation, on enduit les plaques de fer fondu qui forment l'aire du foyer, avec de l'argille délayée dans l'eau ; il est même bon de jeter un peu de poussière de charbon de bois sur cet enduit encore tout frais, afin qu'elle s'y rende adhérente ; cet enduit conserve les plaques de fer.

On arrange ensuite six pièces de liquation sur les plaques de fer (*voyez la Planche IV & son explication*), en observant que ces pièces soient à des distances égales les unes des autres ; ce qui peut se faire très-facilement, en plaçant chaque pièce vis-à-vis des petits murs de séparation des soupiraux.

Comme ces pièces sont difficiles à remuer & à porter sur le fourneau, on a une grande tenaille suspendue à une chaine, au moyen de laquelle les deux hommes qui conduisent cette opération, placent successivement les six pièces dans les endroits qu'elles doivent occuper. Afin de tenir ces pièces dans une position verticale, & d'empêcher qu'elles ne s'appuient les unes contre les autres, on doit mettre entre elles des petits bouts de bûches.

Les six pièces étant bien rangées, on ferme le devant du fourneau avec sa porte de fer lutée, & on remplit le fourneau de charbon, de manière que l'entre-deux des pièces, & tous les autres espaces, en soient exactement garnis jusqu'à la hauteur des murs du fourneau.

Comme il peut arriver que quelques gros charbons se mettent en travers entre les pièces, & qu'ils empêchent les autres de se bien ranger, ce qui occasionneroit des vuides préjudiciables à l'opération, je conseille de remplir exactement les entre-deux des pièces avant de placer la porte ou paroi antérieure, & ensuite de finir de remplir le fourneau avec du charbon. On met un peu de charbon dans la voie ou canal où le plomb doit couler ; on en remplit aussi le bassin de réception.

Seconde Section.

Fonte dite de Liquation.

Comme il est indispensable de chauffer le bassin de réception avant que le plomb s'y rende, on commence par mettre le feu aux charbons dont ce bassin est rempli, ensuite on allume ceux de la voie, enfin on met des charbons allumés sur ceux contenus dans le fourneau, en observant d'en répandre sur toute sa longueur, afin que le feu ne gagne pas plus vîte dans une partie que dans l'autre ; les charbons s'allument successivement du haut en bas, & bientôt le plomb commence à couler dans la voie, d'où il se rend dans le bassin de réception, à cause de la pente donnée au sol de cette voie. On puise ce plomb du bassin avec une cuillier de fer enduite d'un peu de lut & chauffée, & on le verse dans des lingotières également chauffées.

Si on s'apperçoit, lorsque les charbons sont diminués dans le fourneau, que la chaleur ne soit pas assez forte dans certains endroits, & que les pièces ne s'affaissent pas également, on doit y en ajouter d'autres ; mais si au contraire la chaleur étoit trop forte & capable de faire couler du cuivre avec le plomb, ce qu'on reconnoît par de petites parties de cuivre qui se détachent des pièces de liquation & qui tombent dans la voie, alors on bouche tous les soupiraux & on met une ou deux bûches de bois vert dans la voie, dont la flamme & la fumée, chargées d'humidité, ralentissent la chaleur & empêchent la fusion du cuivre.

Dans des cuivres impurs ou chargés d'arsenic, de fer & autres matières étrangères, il coule ordinairement avec le plomb une portion de ces substances, qui, avec une petite portion du plomb qui se vitrifie ou se calcine, & un peu de cuivre, forment des scories pâteuses & non coulantes, & qui par conséquent s'arrêtent dans la voie & empêchent l'œuvre de se rendre dans le bassin de réception ; dans cette circonstance, le Fondeur, avec un crochet de fer, attire en devant du fourneau, toutes ces scories que nous nommerons *déchets de liquation* ; on les met à part pour être fondus, ainsi que nous le dirons au chapitre VII.

Lorsque les pièces sont bien affaissées & qu'il n'en dégoutte plus de plomb, on ôte la porte de fer & on retire les pièces de dessus les plaques de fer, & on les met en magasin pour être portées au fourneau de ressuage, lorsqu'on en a une quantité suffisante.

Il est bon, de prévenir qu'on ne doit sortir du fourneau les pièces liquéfiées que lorsqu'elles sont un peu refroidies, parce qu'elles se briseroient, ce qu'il faut éviter ; car dans ce cas on ne pourroit plus les arranger convenablement dans le fourneau de ressuage ; il ne faut y toucher, & même avec précaution, que lorsqu'elles ont acquis la couleur rembrunie ou d'un rouge foncé.

Il ne faut pas omettre, toutes les fois qu'on porte le plomb du bassin de réception dans les lingotières, d'en prendre un peu que l'on versera dans un petit creuset ou têt ; & de tous les petits boutons pris de la liquation des six pièces, on en fera un seul dont on en prendra la quantité accoutumée pour en faire l'essai, afin de s'assurer si ce plomb a la teneur requise.

Comme on ne peut pas toujours faire cet essai sur-le-champ, on doit numéroter le petit lingot de plomb résultant de tous les petits boutons dont on vient de parler, de manière que celui qui proviendra

des six premières pièces sera marqué 1, & ainsi des autres.

Tous les culots ou lingots de plomb, provenant de la liquation de chaque fournée de six pièces, seront aussi déposés séparément de ceux qui proviendront des autres fournées, & chaque tas de lingots portera le numéro donné au petit lingot d'essai qui en est provenu.

En observant cet ordre, on sera dans le cas de savoir, par les essais, ce que ces différens plombs doivent rendre en argent dans l'affinage en grand.

On ne doit pas s'attendre, dans l'opération de la liquation, de retirer tout le plomb, ni même au ressuage, parce que, ainsi que je l'ai déjà remarqué, il s'en calcine, & qu'il en reste un peu dans le cuivre jusqu'après l'opération du raffinage de ce métal.

Suivant ce qui a été dit en traitant des mélanges, si tout le plomb de six petites pièces de liquation sortoit, on en obtiendroit 1092 liv. si ces pièces venoient d'un rafraichissement riche, & seulement 996 liv. de six pièces d'un rafraichissement pauvre; mais si dans le premier cas elles rendent 950 à 960 l. de plomb, dont la teneur en argent soit de 3 onces 3 à 4 gros par quintal, & que l'on obtienne dans le second environ 860 liv. d'œuvre, tenant environ 2 onces par quintal, on pourra être assuré que la liquation aura été bien faite.

L'opération de la liquation de six pièces doit être terminée dans l'espace d'environ quatre heures; de sorte qu'en un poste de douze heures on peut en liquéfier 18 ou 3 fournées de suite, avec environ 80 à 90 pieds cubes de charbon faisant 12 à 13 quintaux, & quelques bûches.

CHAPITRE III.

Du Ressuage.

Le ressuage est une opération par laquelle on extrait, autant qu'il est possible, le plomb qui est resté dans les pièces de liquation, après avoir été liquéfiées, comme il est dit au chapitre précédent. Ces pièces, après le ressuage, ne doivent contenir que très-peu de plomb; celui qui y reste après la liquation se vitrifie pour la plus grande partie dans le procédé que nous allons décrire.

PREMIÈRE SECTION.

Lorsqu'on a assez de pièces de cuivre dont on a retiré, par la liquation, autant qu'il a été possible de plomb enrichi d'argent, on fait le ressuage de ces pièces dans un fourneau particulier (*voyez planches de Métallurgie, n°. V*). Environ 150 pièces le remplissent, on les y arrange de la manière suivante.

On commence dans le fond du fourneau, en posant les pièces verticalement entre les murs de séparation des voies, de manière qu'elles portent alternativement sur deux de ces murs, qui sont au nombre de quatre; au moyen de quoi on peut placer trois pièces dans le premier rang, on en met deux autres sur ces trois premières & trois sur les deux dernières; ainsi alternativement, jusques à la voûte du fourneau.

Lorsque cette première rangée de pièces est finie, on en fait une semblable à quelques pouces seulement de distance de la première, qui ne doit pas non plus porter contre le mur du fond du fourneau, ce qui empêcheroit la flamme d'y passer librement.

On continue ainsi à remplir le fourneau jusqu'à sa partie antérieure, en observant toujours que les espaces vuides soient le plus égaux qu'il est possible, afin que la flamme puisse passer & que la chaleur se répande uniformément par-tout.

Pour faciliter l'arrangement de ces pièces, on se sert de petites baguettes de fer d'environ un pied de longueur, fourchues à l'un des bouts; celui-ci s'appuie sur les murs de séparation, & l'autre bout contre les pièces, ce qui les tient dans une position verticale, tandis que l'on arrange celles du dessus; ces petites baguettes servent successivement à toutes les rangées des pièces.

Lorsque le fourneau est rempli de pièces de cuivre, on fait descendre la porte de fer lutée sur les extrêmités des plaques de fer fondu, qui, pour cet effet, excedent ou sortent en dehors du fourneau. Ceci s'exécute avec facilité au moyen d'une chaine qui passe sur une poulie, & qui répond à un petit treuil ou cabestan. La porte étant mise en place, on la lute tout autour avec de l'argille, afin qu'il n'y passe ni flamme ni fumée.

SECONDE SECTION.

Le fourneau disposé, comme on vient de le dire dans la première Section, on met dans les trois voies environ un quintal de charbon, on y met le feu & en même temps on place deux ou trois bûches dans chaque voie pardessus le charbon & sur le devant de ces voies; lorsque ces premières bûches sont brûlées, on y en ajoute d'autres; quand le fourneau commence à rougir, on augmente le nombre des bûches, c'est-à-dire, qu'on en met trois ou quatre sur le devant des voies, & en même temps on en fait entrer deux ou trois autres dans chaque voie; celles-ci doivent aller jusqu'à la partie postérieure desdites voies. Quand les bouts des bûches du devant porteroient sur l'extrêmité de celles qui sont le plus avancées, elles n'en brûleroient que mieux & elles donneroient plus de chaleur; on laisse brûler entièrement ce bois avant d'y en mettre d'autre, & on retire les braises qu'il laisse avec un rouable de fer. Après environ quinze heures d'un feu suivi, les scories commencent à couler ou à tomber dans les voies; alors on ne doit pas négliger, toutes les fois que le bois sera brûlé, de nettoyer entièrement les voies avec des rouables & crochets de fer, & d'en faire sortir avec les braises, les scories qui seront mises séparément: nous nom-

merons ces scories *déchets de ressuage ;* comme elles se mêlent avec les braises, on les lave pour les en séparer.

Si l'on s'appercevoit que la chaleur fût trop forte & qu'elle fit couler du cuivre, on profiteroit du moment qu'on nettoie les voies pour laisser ralentir la chaleur, après quoi l'on remettroit du bois dans les voies ; on peut aussi, en cas de nécessité, modérer la chaleur en bouchant les soupiraux en partie.

Si la chaleur est trop foible, sur-tout vers la fin de l'opération, où elle doit être assez forte pour bien torréfier le cuivre, on met dans les voies du bois refendu en petits morceaux, ce qui augmente le volume de la flamme & la chaleur. Il faut que le bois qu'on emploie dans cette opération soit sec, tous les bois y sont bons, mais le hêtre & le sapin sont préférables.

La durée d'un ressuage est de trente à trente-six heures, la consommation des matières combustibles d'environ quatre cordes de bois (de 8 pieds de long, 4 de haut, & les bûches de 3 pieds de longueur) avec un quintal de charbon.

Les matières qui sortent des pièces liquefiées dans l'opération dont nous traitons, sont composées, 1°. de la plus grande partie du plomb qui y étoit resté après la liquation, ce plomb se vitrifie presque entièrement au ressuage; 2°. d'un peu de fer; 3°. d'une portion de cuivre plus ou moins grande, suivant qu'on a bien ou mal opéré & conduit le feu ; 4°. d'un peu d'arsenic.

Les premières scories qui tombent dans les voies ressemblent aux crasses ou écumes que l'on retire des plombs impurs au commencement d'un affinage, elles sont de même d'un gris noirâtre & spongieuses; mais celles qui viennent après acquièrent insensiblement une couleur rouge ; de sorte que celles qui coulent à la fin de l'opération sont très-rouges & compactes, ce qui annonce la présence d'une plus grande quantité de cuivre, & qu'il est temps de cesser l'opération, sans quoi on s'exposeroit à faire fondre le cuivre. Celui qui fait partie des scories dont on vient de parler, & que nous nommerons aussi *déchets de ressuage*, est, ainsi que le plomb qui y est mêlé, dans un état de vitrification, & ces deux métaux se brûleroient en partie, si on n'avoit pas soin, ainsi que je l'ai remarqué ci-dessus, de les sortir des voies toutes les fois qu'on y met du bois.

L'opération du ressuage étant finie, on nettoie les voies pour la dernière fois, & aussi-tôt l'on ôte le lut du tour de la porte qu'on enlève avec le même treuil qui a servi à la descendre.

Alors les Ouvriers, par le moyen de crochets de fer, font tomber, sur l'aire de la fonderie, les pièces de cuivre qui doivent être rouges, sans quoi elles seroient adhérentes les unes aux autres, & on parviendroit très-difficilement à les désouder. On n'a pas ici à craindre, comme après la liquation, que les pièces se brisent, mais on doit avoir soin de ne point endommager les petits murs de séparation des voies, & de ne pas laisser tomber dans ces voies des pièces qui endommageroient les briques, & qu'il seroit même difficile d'en arracher. On pourra éviter cela, en plaçant au milieu de chaque voie, & suivant sa longueur, une ou deux barres de fer ou ringards, & cela à la hauteur des murs de séparation ; ces barres porteront d'un bout contre le mur du fond du fourneau, où leurs pointes entreront d'environ un pouce entre deux rangées de briques ou de pierres ; leur autre bout portera sur une barre de fer mise en travers au devant du fourneau sur les parties saillantes des plaques de fer fondu qui couvrent les murs de séparation, & que nous avons omis de dire qu'il faut, pour leur conservation, enduire d'argille avant que d'y ranger les pièces.

Il est fort aisé de faire tomber les premières rangées de pièces qui sont sur le devant du fourneau, mais celles du fond exigent plus de travail ; outre les crochets de fer dont on se sert pour faire tomber ces pièces, un des Ouvriers muni d'un fort ciseau de fer, emmanché au bout d'un long bâton, détache les pièces qui sont adhérentes ensemble, l'autre avec son crochet les attire à lui à mesure qu'elles sont désoudées & les fait tomber à terre.

Ce travail doit se faire promptement, afin de ne pas laisser refroidir le cuivre qu'il seroit beaucoup plus difficile d'arracher, ainsi que je l'ai déjà dit ; mais, comme il est extrêmement fatiguant, il y faut au moins quatre hommes qui se relaient de deux en deux.

A mesure que les pièces tombent du fourneau, un homme les prend avec des tenailles & les jette dans une caisse pleine d'eau froide ; où, s'il est possible, on en fait passer un petit courant pour l'empêcher de s'échauffer. La fraîcheur de cette eau fait gerser & même écailler les scories ou métaux vitrifiés, qui, sous la forme de vernis, couvrent toute la surface des pièces. Un moment après on retire ces pièces de l'eau ; on les range de côté lorsqu'elles sont toutes refroidies de cette manière. Des femmes ou des enfans, munis de petits marteaux à pointes, frappent tout autour de ces pièces afin d'en détacher les scories, & avec un petit balai fort rude ils finissent d'en enlever les scories.

Le cuivre ainsi nettoyé est mis en magasin pour être raffiné, ainsi que je le dirai chap. VI. Quant aux écailles qui proviennent des pièces, on les doit rassembler avec soin & les mettre avec les autres déchets de ce travail pour les traiter ainsi qu'il est dit chap. VII. Si on laissoit ces écailles sur le cuivre, on seroit plus de temps à le raffiner, & une partie des métaux qu'elles contiennent seroit détruite.

Remarques.

L'on a vu que les procédés de la liquation & du ressuage, décrits dans les deux derniers chapitres, exigent deux fourneaux assez dispendieux, principalement celui du ressuage (planche V) qui, outre la dépense de sa construction, prend un emplacement assez vaste, qu'il est indispensable de mettre

à couvert par un bâtiment qui coûte encore plus que le fourneau ; on a aussi dû remarquer que la consommation du bois & du charbon dans ces deux procédés, ne laisse pas d'être considérable.

Schlutter, dans son Traité de la fonte des mines, traduit de l'Allemand par M. Helliot, a donné un fourneau de liquation, planche 49, dans lequel il faisoit liquéfier le plomb de douze pièces, avec un peu de fagots & de bûches; les fagots se mettoient dans une chauffe à côté du fourneau, & les bûches dans le fourneau même, entre les pièces & au dessus, de manière que toute la capacité du fourneau en étoit exactement remplie, ainsi que cet Auteur s'en explique, chap. 113. Mais outre que ce fourneau est très-dispendieux dans sa construction, à cause de la grandeur excessive qu'on est forcé de donner à la cheminée qui doit absorber les fumées pernicieuses du plomb, la consommation du bois est considérable, & son arrangement difficile; d'ailleurs les vapeurs, les fumées du bois & la flamme qui n'ont d'issue qu'autour de la porte qui, pour cet effet, n'est point lutée contre le fourneau, doivent fort incommoder les Ouvriers. Il avertit des précautions qu'il faut prendre pour que la chaleur soit égale dans toutes les parties de son fourneau, qui présente encore un autre inconvénient qui est la nécessité, quoique la liquation soit achevée, de laisser entièrement consommer les charbons résultans de la grande quantité de bois mis dans le fourneau, avant de pouvoir en sortir les pièces liquéfiées; ce qui exige au moins une heure de plus; c'est ce qui fait dire à l'Auteur qu'il faut six heures pour faire la liquation de douze pièces dans son fourneau, dans lequel il paroît qu'il avoit eu intention de faire de suite, après la liquation, l'opération du ressuage des pièces; mais il convient, *page 541*, qu'il n'y auroit pas de profit à y torréfier les pièces de liquation, parce qu'il s'est apperçu que le bois qui remplit le fourneau dans le commencement de l'opération de la liquation étant une fois consommé, il faudroit en remplir une seconde fois le fourneau pour exécuter celle de la torréfaction qui prendroit autant de temps que la première, & encore plus d'embarras pour arranger ce bois entre les pièces qui seroient encore rouges. Il a pareillement conçu que le simple feu de fagots continué dans la chauffe, seroit insuffisant pour faire seul la torréfaction qui exige même plus de chaleur que la liquation; ainsi les vues de l'Auteur n'ont pas toutes été remplies. Son fourneau de liquation à reverbère dont nous venons de parler, a même plus d'inconvéniens en général, que le petit que je donne planche IV, qui est en usage, qui coûte beaucoup moins pour sa construction, & que l'on peut faire double.

La consommation du bois qu'exige le ressuage, les frais de manipulation, le déchet du cuivre & du plomb, toutes ces considérations m'ont engagé à chercher les moyens de simplifier les procédés de la liquation & du ressuage, & de les rendre dépendans l'un de l'autre, en les exécutant dans un seul & même fourneau de reverbère; c'est-à-dire que tout le plomb chargé d'argent qui peut sortir des pièces par la liquation, étant extrait, on procédera au ressuage ou torréfaction desdites pièces sans les déplacer.

Cette double opération pourra aussi bien se faire avec le charbon de terre qu'avec le bois, sur-tout lorsque le premier sera réduit en coaks.

Je n'ai pas la présomption de croire que mes procédés que je vais décrire dans le chapitre suivant, ainsi que le fourneau que je donne pour leur exécution, soient à leur degré de perfection ; je suis au contraire persuadé qu'il est possible de rendre plus simples, & par conséquent beaucoup moins dispendieuses, presque toutes les opérations de la Métallurgie ; il seroit à desirer pour le bien public, que les savans Chymistes de nos jours, & notamment ceux de l'Académie, eussent le temps de s'en occuper, & qu'ils fussent à portée de voir des établissemens de fonderies où les minéraux & les métaux se traitent en grand.

CHAPITRE IV.

Du double procédé de la Liquation & du Ressuage.

L'on a vu dans les chapitres II & III, les méthodes en usage pour opérer les deux espèces de fontes nommées de liquation & de ressuage, je vais faire part des moyens qui m'ont paru les plus simples & les moins dispendieux, pour l'exécution de ces deux procédés dans le fourneau que je propose. (*Voy. la planche VI & l'explication.*)

Plusieurs fourneaux que j'ai fait exécuter pour la conversion du fer en acier, m'ont donné l'idée de celui-ci, qui a les dimensions nécessaires pour y placer à la fois quinze grandes pièces de liquation, de deux pieds de diamètre, & du poids de 350 liv. chacune. En ne donnant que 18 pouces de diamètre aux pièces, & 232 liv. de pesanteur, la longueur du fourneau sera suffisante de cinq pieds & demi, au lieu de sept pieds que je donne à celui de la planche, il contiendra également 15 pièces de liquation.

Première Section.

Dispositions avant la Fonte.

On portera sur les plaques de fer formant des plans inclinés quinze pièces ou pains de liquation en trois rangées de cinq, de manière que les distances entre les pièces soient égales, ainsi que le fait voir la figure 4 de la planche. On commencera par placer les cinq pièces de la rangée du milieu, après quoi on fera l'arrangement de cinq pièces à l'une des extrêmités du fourneau, & on finira par les cinq de l'autre bout.

On conçoit que ces pièces ne pourroient pas se soutenir dans la situation verticale qui leur est nécessaire sans quelques moyens; car on ne mettra ici ni bois ni charbon entre ces pièces qui puisse les sou-

tenir; mais on y suppléera par les petits morceaux de terre cuite, figure 6 (*voyez l'explication*). On pourroit y employer des morceaux de fer de la même forme; mais s'ils n'étoient pas recouverts d'un lit de terre, ils seroient brûlés en peu de temps.

Les pièces de liquation ne pourroient pas être portées dans le fourneau à bras d'hommes, sur-tout celles du milieu, & lorsque le fourneau a été échauffé par une précédente opération; mais deux hommes y parviendront aisément & feront l'arrangement des 15 pièces d'une fournée en moins d'une demi-heure, en se servant d'une forte tenaille très-longue & suspendue à peu-près au quart de sa longueur, à partir de l'extrêmité qui saisira les pièces, par une chaîne de fer fixée à une pièce de bois perpendiculairement une dixaine de pieds au dessus de l'embouchure du fourneau. Comme l'on fait entrer ces pièces de liquation par les deux bouts du fourneau, il faut deux pareilles chaînes; mais une seule tenaille est suffisante, car après avoir servi à un bout, on peut la sortir de l'étrier dans lequel elle est passée, & la passer dans l'étrier de la chaîne du bout opposé. Je crois que cela est suffisamment entendu; d'ailleurs on peut voir, sur la planche 49 de Schlutter, une tenaille à peu près semblable à celle que je propose, suspendue à une chaîne & tenant une pièce de liquation; mais pour empêcher que les pièces n'échappent à la tenaille, il sera bon que l'une de ses branches soit recourbée à angle droit, d'environ un pouce, & que cette espèce de tenon entre dans le trou que laisse dans la pièce le crochet de fer qui sert à la sortir du moule, ainsi qu'il est dit chap. I.

Lorsque les quinze pains de liquation seront arrangés dans le fourneau de la manière que je viens de le dire, on descendra aux embouchures du fourneau les deux portes dont une est représentée par la figure 5, on les lutera tout autour avec de l'argille.

SECONDE SECTION.

De la Fonte dite de Liquation.

Les dispositions détaillées dans la première section étant faites, on procédera à la liquation du plomb & de l'argent contenu dans les quinze pains renfermés dans le fourneau. On aura du bois préparé à cet effet en bûches refendues ou en rondins, d'un jusqu'à trois pouces de grosseur, & dont la longueur sera de dix-huit pouces, qui est celle de la chauffe; quelques pouces de plus ou de moins n'y feront rien, parce que celles qui seront plus longues porteront sur les côtés de la chauffe, & elles brûleront aussi bien que les courtes qui entreront dans son intérieur.

On remplira la chauffe de bois jusqu'à la hauteur de l'arceau du devant du fourneau, & on y mettra le feu. La colonne d'air extérieure contraindra la flamme à parcourir tout le dessous des arceaux le long de la voie, & à passer par les trois ouvertures ménagées entre ces arceaux, d'où elle enveloppera toutes les pièces de liquation, & aura son issue, ainsi que la fumée, par les trois petites cheminées ou tuyaux aspiratoires ménagés dans la voûte du fourneau & de suite dans la grande cheminée. A mesure que le bois se consumera & qu'il baissera dans la chauffe, on y en substituera quelques morceaux qui se placeront dessus.

Dans la première opération où le fourneau est encore froid, on peut sans crainte entretenir la chauffe pleine de bois, sur-tout dans le commencement; mais dans celles qui suivront, il faudra faire peu de feu dans le commencement de l'opération, sans quoi le plomb, en coulant trop abondamment, pourroit entrainer du cuivre; mais on pourra augmenter peu à peu la chaleur, lorsqu'environ la moitié du plomb sera sortie des pièces.

Il est indispensable, dans une première opération, de chauffer avec une dixaine de livres de charbon le bassin de réception & sa voie qui traverse le mur du fourneau; le sol de la grande voie n'a pas besoin de chauffage préliminaire, la flamme l'aura suffisamment échauffée avant que le plomb y tombe; car je pense que dans cette première opération le plomb ne commencera à couler qu'au bout d'environ une heure à compter du moment qu'on aura mis le feu dans la chauffe, ainsi le sol de la grande voie aura le temps de s'échauffer.

A mesure que le plomb sortira des pièces, il tombera sur le sol de la grande voie de la flamme & se rendra à l'instant dans le bassin de réception par la voie ménagée dans l'épaisseur du mur, d'où on le puisera avec une cuillier de fer; on le portera dans des lingotières, & on en prendra pour les essais, le tout ainsi qu'il est détaillé chap. II.

Lorsqu'on appercevra quelques crasses dans la grande voie qui pourroient empêcher un peu de plomb de couler dans le bassin de réception, & qui le mettroient par-là dans le cas d'être calciné, on nettoiera cette voie par la petite porte cotée 12 de la figure 3, en y introduisant un petit rouable de fer avec lequel on retirera ces crasses; on aura soin de refermer aussi-tôt cette porte. Ces crasses que nous avons nommées ailleurs *déchets de liquation*, ne seront pas mêlées avec celles qui viendront pendant le ressuage qui suit immédiatement la liquation.

On regardera de temps en temps par la petite ouverture cotée 5 dans la porte, afin de voir ce qui se passe dans le fourneau, si la chaleur y paroît égale dans toutes ses parties, & si l'affaissement des pièces est uniforme dans les trois rangées; si l'une des extrêmités s'affaissoit plus vite que les autres, ce seroit une preuve que la flamme s'y porteroit plus qu'à l'autre bout, alors on y remédieroit en avançant la brique servant de registre à la petite cheminée qui est de ce côté; cette brique est cotée 8 dans la figure 4. En faisant entrer cette brique, elle interceptera une partie, ou même, s'il est nécessaire, la totalité du passage de la flamme, qui alors prendra son cours par les deux autres cheminées ou tuyaux aspiratoires, & qui, par son courant, augmentera la chaleur des

des rangées de pièces qui en avoient besoin, & se ralentira du côté de la rangée qui paroissoit s'affaisser trop promptement. Rien n'est si aisé, il ne faut qu'un peu d'attention de la part du Fondeur.

Si le bois que l'on emploie est de bonne qualité, bien sec & en petits morceaux minces, la flamme, dans cette circonstance, porte une chaleur très-vive dans le fourneau, qui pourroit, en peu de temps, faire fondre le cuivre avec le plomb : en pareil cas, il ne faut mettre dans la chauffe que trois ou quatre des bûches les plus grosses, & de manière que la chauffe n'en soit pas remplie ; alors il passera un grand courant d'air avec peu de flamme, ce qui rafraîchira le fourneau, & dans un instant l'écoulement trop abondant des métaux en fusion diminuera.

On pourra encore diminuer la chaleur en interceptant, en tout ou partie, les ouvertures des trois petites cheminées par le moyen des briques dont j'ai parlé, & en ouvrant la petite porte cotée 19 dans la figure 4 ; car alors la colonne d'air extérieur qui entrera par cette porte, rafraîchira aussi le fourneau & contre-balancera celle qui entre inceffamment par la chauffe, & empêchera celle-ci de porter la flamme avec autant de rapidité vers l'intérieur du fourneau, ce qui le refroidira. Car, dans tous les fourneaux, & notamment dans ceux à réverbère, la chaleur est toujours en raison de la rapidité de la flamme, & celle-ci proportionnelle à la vitesse du courant qui l'entraine dans l'intérieur du fourneau.

Si on vouloit avoir, par le moyen de la flamme, une chaleur très-considérable, par exemple, dans le fourneau de la planche 4, il faudroit donner beaucoup plus de hauteur au grand tuyau aspiratoire, c'est-à-dire à la cheminée ; mais cette grande chaleur seroit préjudiciable dans les procédés dont il s'agit ici, & le fourneau consommeroit beaucoup plus de matières combustibles que ces procédés n'en exigent. Car cette consommation est aussi en raison du courant d'air ; or, ce courant est d'autant plus grand, que l'orifice supérieur de la cheminée est plus élevé au dessus de la chauffe. M. le Comte de Buffon a fait l'application de toute cette théorie dans ses forges, où il a fondu de la mine de fer avec un feu de charbon par un courant d'air sans le secours de soufflets ni de trompes ; mais revenons à l'opération de la liquation qui fait le sujet de cette Section.

Lorsque les quinze pièces de liquation paroîtront bien affaissées, & qu'il n'en dégouttera plus, ou que très-peu de plomb, on procédera à l'opération du ressuage ou torréfaction de ces pièces de la manière indiquée dans la Section suivante.

Troisième Section.

Du Ressuage.

Le ressuage, dans le fourneau que je propose, doit suivre immédiatement la liquation ; on a vu dans le chapitre III, que le but de cette opération est d'extraire des pièces liquéfiées autant de plomb qu'il est possible, ainsi que des matières étrangères au cuivre.

Après que le plomb aura cessé de couler sous sa forme métallique, on continuera le feu dans la chauffe, on pourra même augmenter le degré de chaleur jusqu'à un certain point, en mettant du bois plus menu & en plus grande quantité dans la chauffe, cependant d'abord avec précaution, & on l'augmentera par degrés ; on verra bientôt couler l'espèce de scories dont nous avons parlé en traitant du ressuage ordinaire, avec quelques gouttes de plomb dont on pourra ici profiter. Il faudra de temps en temps retirer ces scories par la porte cotée 12, dans la figure 3, & aussi-tôt refermer cette porte ; car, comme je l'ai dit ailleurs, si on laissoit ces scories longtemps sur le sol de la voie, les métaux qu'elles contiennent se brûleroient & deviendroient irréductibles. Lorsque ces scories, qui, dans le commencement, sont noirâtres & spongieuses, deviendront rougeâtres & compactes, on sera assuré que l'opération touchera à sa fin, & elle sera achevée lorsque ces scories refroidies seront très-rouges & très-compactes, ce qui annonce la présence d'une plus grande quantité de cuivre qui entre dans cette matière vitrifiée. C'est alors qu'on cessera de faire du feu dans la chauffe, & aussi-tôt on enlevera les deux portes qui bouchent les extrémités du fourneau au moyen des deux petits treuils. On ouvrira aussi la petite porte par laquelle on tire les crasses, on sortira toutes les braises de la chauffe, afin que la chaleur n'incommode pas les Ouvriers. Durant les opérations de la liquation & du ressuage, on doit de temps en temps sortir les braises par la petite ouverture pratiquée dans le bas de la chauffe, ce qui s'exécutera environ toutes les heures ; une trop grande quantité de braises ralentit beaucoup la chaleur, en s'opposant au courant de la flamme. Je l'ai éprouvé bien des fois dans mes fourneaux à convertir le fer en acier ; au reste, quand on n'a pas besoin de beaucoup de chaleur, c'est un moyen de la diminuer.

Toutes les portes du fourneau étant ouvertes, les Fondeurs en sortiront les pièces de cuivre ressuées, avec la même tenaille qui aura servi à les y faire entrer, ou ils les feront tomber hors du fourneau avec des crochets de fer ; car on ne craint pas, dans cette circonstance, de les briser, puisqu'elles n'ont plus que le raffinage à subir ; mais de même qu'après le ressuage ordinaire, on aura soin de jeter ces pièces encore toutes rouges dans l'eau, afin d'en pouvoir détacher les écailles vitrifiées, ainsi que je l'ai détaillé en parlant du ressuage ordinaire, chap. III.

Aussi-tôt que toutes les pièces seront sorties du fourneau, on y en substituera quinze autres de la même manière, on refermera toutes les portes & on recommencera le feu dans la chauffe, en observant qu'il soit foible durant la première heure, attendu que le fourneau est chaud, & qu'il ne lui faut pas beaucoup de chaleur de plus pour faire couler le plomb aussi vite qu'il doit sortir des pièces, sans entraîner de cuivre avec lui. Le surplus de l'opéra-

tion de la liquation, suivie du ressuage, se fera, ainsi que je l'ai décrit ci-dessus, pour les quinze premières pièces.

La première opération qui se fera dans le fourneau que je propose, durera, y compris le ressuage, tout au plus huit heures, c'est-à-dire environ trois heures & demie pour la liquation, & le ressuage deux heures & demie, un peu plus ou un peu moins, suivant l'attention & l'adresse des Ouvriers. La consommation du bois sera d'environ une corde ou 80 pieds cubes par 24 heures, pendant lequel temps on fera la liquation & torréfaction de 60 pièces. Il faut quatre hommes à ces opérations, il s'entr'aideront à entrer & sortir les pièces du fourneau ; au reste, il y aura constamment deux de ces Ouvriers près du fourneau, l'un qui fera le feu & l'autre qui moulera le plomb à mesure qu'il se rendra dans le bassin de réception, qui décrassera la voie & aura attention au degré de chaleur ; celui-ci doit être le Maître, l'Aide qui fera le feu ne sera pas fort occupé, car un enfant peut le faire ; mais il aidera à mouler le plomb, à le peser & à le mettre en magasin. Lorsque le ressuage de quinze pièces sera fait & qu'il s'agira de les sortir, les deux autres Ouvriers seront appellés pour aider à ce travail, & à remettre quinze autres pièces dans le fourneau ; alors les premiers pourront se reposer tandis que les deux nouveaux prendront leur place ; ou, s'ils aiment mieux travailler douze heures de suite, ce qui fait un poste ordinaire, ils ne se relaieront que de deux en deux opérations.

REMARQUES.

Le fourneau que je propose pour l'exécution du double procédé, ne coûtera pas plus pour sa construction, & même moins, qu'un fourneau de ressuage ordinaire ; on gagnera donc la construction & l'emplacement de celui de liquation, & ainsi que je l'ai dit, le mien n'exigera que du bois pour son chauffage, auquel on pourra même substituer du charbon de terre, lorsqu'il sera réduit en coaks & qu'il aura perdu son odeur pénétrante occasionnée par le soufre & l'acide vitriolique qui pourroient attaquer les métaux, sur-tout le cuivre, & y occasionner du déchet. On épargnera donc, en faisant usage de mon fourneau, tout le charbon employé dans les procédés de la liquation en usage, & qui, comme on la vu au chapitre II, est assez considérable.

Il est dit, chapitre III, que, pour ressuer dans un fourneau ordinaire, environ 150 pièces, il faut 4 cordes de bois, cubant 384 pieds ; & dans le fourneau que je propose, on peut liquéfier & ressuer 60 pièces en 24 heures avec une corde de bois, & en suivant la même proportion, on pourra, en 60 heures, liquéfier & ressuer 150 pièces de liquation avec deux cordes & demie à trois cordes tout au plus, ce qui fait voir que le ressuage seul, à la manière accoutumée, dépense pour ce nombre de pièces une corde ou une corde & demie de bois de plus que mon fourneau n'en exige pour les deux opérations ensemble. Voilà donc une grande économie, sans compter celle du charbon employé à la liquation des pièces dans un fourneau ordinaire, qui, suivant ce que j'ai dit au chapitre II, à la fin de la seconde Section, monteroit pour 150 pièces à environ 700 pieds cubes de charbon, ou à peu près 10500 liv. pesant.

Pour se convaincre de la grande consommation de bois dans le fourneau de ressuage ordinaire, il suffira de faire attention à sa construction & à sa grandeur intérieure, qui, ainsi que je l'ai dit, n'a acquis assez de chaleur pour commencer à faire ressuer les pièces, qu'après environ 15 heures d'un feu suivi ; il n'en sera pas ainsi dans mon fourneau qui fera le ressuage des pièces sans les déplacer, immédiatement après la liquation, & tandis qu'elles sont toutes rouges. Ce ressuage fait de suite, sera aussi très-avantageux, en ce que, 1°. s'il reste encore un peu de plomb après la liquation qui puisse conserver sa forme métallique, il coulera dans le bassin de réception & on l'ajoutera à l'œuvre de la liquation. 2°. En ce qu'il y aura certainement moins de cuivre & de plomb de détruits dans ma manière d'opérer, que dans les deux procédés ordinaires. J'ai fait voir qu'une portion de ces deux métaux se brûle ou se vitrifie d'une manière irréductible, ce qui arrive à une quantité d'autant plus considérable, que le feu y est plus long-temps appliqué : cet élément agit bien du temps sur les pièces dans le fourneau de ressuage ordinaire, en conséquence les métaux qui en sortent sont dans un état de chaux ou de vitrification dont une partie ne peut être revivifiée.

L'on a vu que, dans la liquation en usage, les pièces restent environ 4 heures au feu & 36 heures dans le fourneau de ressuage. Ces pièces sont donc pendant 40 heures exposées à la chaleur, tandis que, pour subir ces deux opérations dans le fourneau que je propose, elles n'y resteront que 6 heures, ce qui fait 34 heures de moins. Quoique la chaleur soit médiocre dans le commencement du ressuage ordinaire, elle ne laisse pas de calciner les métaux, & singulièrement le cuivre, qui perd aussi vite son phlogistique à une chaleur modérée, qu'à celle qui seroit assez puissante pour le faire entrer en fusion.

3°. Par mon procédé, on évitera beaucoup de journées d'Ouvriers, soit pour les transports d'un fourneau à l'autre, soit pour l'arrangement des pièces liquéfiées dans un grand fourneau de ressuage, soit enfin pour le chauffage de ce fourneau & pour en sortir les pièces lorsqu'elles sont ressuées.

4°. J'ai dit que la chaleur, les fumées du bois & les vapeurs du plomb incommodent beaucoup les Fondeurs dans l'opération de la liquation qui se fait avec le fourneau de réverbère de Schlutter. On ne respirera aucunes fumées ni de bois, ni de plomb dans le mien, elles passeront toutes par la cheminée, ainsi que la chaleur qui n'incommodera nullement & qui ne se fera sentir que foiblement, qu'en ouvrant les portes & en sortant les pièces du fourneau.

5°. Enfin, l'on a dit, chapitre III, que les scories provenant du ressuage se mêlent avec les braises, & qu'on est contraint d'en faire le lavage pour en séparer les charbons & les cendres, opération qui prend du temps & dans laquelle on perd de ces scories riches en métaux; celles qui sortiront du fourneau nouveau, seront pures, moins abondantes & dans le cas d'être fondues sans autre préparation.

CHAPITRE V.

De l'affinage du Plomb.

L'affinage du plomb étant bien connu en France, & particulièrement à Poullaouen en basse Bretagne où cette opération se fait très-bien, je me bornerai à quelques petits détails qui sont la suite des procédés de la liquation que j'ai décrits dans les chapitres précédens, & à faire quelques observations sur la construction des fourneaux d'affinage; je terminerai ce chapitre en donnant une nouvelle méthode de former les coupelles.

PREMIÈRE SECTION.

Il y a bien des méthodes en usage pour l'affinage du plomb; les Anglois & les Allemands procèdent tout différemment, & parmi ces derniers chaque Pays ou Principauté a ses usages particuliers, ainsi qu'on peut le voir dans les deux derniers volumes de nos Voyages métallurgiques; on peut aussi remarquer une très-grande différence dans la construction des fourneaux d'affinage que Schlutter a donnés; les uns ont une chauffe ou tisard à l'un des côtés, les autres n'en ont point; dans ces derniers on passe de grandes pièces de bois qui traversent la coupelle au dessus du bain, la flamme de ce bois agitée par le vent des soufflets forme la litharge. Si on fait attention que les charbons du bois qui tombent sur le bain, doivent naturellement revivifier de la litharge & empêcher qu'elle ne se forme dans les parties qui en sont couvertes, on rejetera cette manière d'opérer, qui d'ailleurs exige des pièces de bois qu'on ne pourroit pas se procurer par-tout.

Les uns font leur affinage dans un fourneau couvert d'un chapeau de fer luté; les autres dessous une voûte ou dôme qui doit être assez élevé pour que l'Affineur puisse entrer dans le fourneau & y battre sa coupelle; ces derniers sont défectueux, en ce qu'ils consomment beaucoup plus de bois que ceux dont le chapeau n'est pas trop élevé au dessus de la surface du plomb en bain.

Les uns donnent une forme quarrée à l'extérieur du fourneau, tandis que l'intérieur est rond, ce qui laisse dans les angles de grosses masses de Maçonnerie qui ralentissent les progrès de la chaleur & prolongent l'opération; les autres donnent la forme ronde intérieurement & extérieurement, ce qui vaut mieux.

Les uns donnent beaucoup de grandeur à la chauffe ou réverbère, les autres moins; mais, en général, elle est trop grande presque par-tout: ce vice qui occasionne une plus grande consommation de bois, vient communément de ce que les Ouvriers cherchent plutôt leur commodité que le profit de l'Entrepreneur; ils ont moins de peine à faire entrer un fagot par une grande porte, dans une chauffe à grandes dimensions, que dans une petite chauffe par une porte qui lui seroit proportionnée.

Je pense qu'une chauffe qui ne sera alimentée que par des fagots, ne doit pas avoir plus de 16 à 17 pouces de largeur, 3 pieds & demi à 4 pieds de longueur & 20 pouces de hauteur de la voûte à la grille. Je donnerois aux chauffes, où l'on ne brûleroit que du bois de corde, 14 à 15 pouces de largeur, 3 pieds à 3 pieds & demi de longueur, & 18 à 19 pouces de hauteur. Le fourneau que je donne (*planche VII*) est dans ce cas. Je ne lui ai donné, pour la partie de la coupelle, que 6 pieds de diamètre; mais je conseille, lorsqu'on aura beaucoup de plomb à affiner, de donner à ce bassin au moins 8 pieds de diamètre, sans plus grandes dimensions à la chauffe, parce que plus le bain aura de surface, & plus il se formera de litharges à la fois.

Une chose bien essentielle dans la construction d'un fourneau d'affinage, est de ménager des soupiraux qui puissent absorber avec facilité les vapeurs, non-seulement de la masse entière du fourneau, mais aussi celles qui proviennent de l'humectation des cendres de coupelle. Pour cet effet, il ne faut pas se borner aux deux grands canaux ou soupiraux en croix à la base du fourneau, avec deux autres plus petits au dessous du lit de scories; mais il est nécessaire de faire un petit canal circulaire à environ 18 pouces ou deux pieds du centre du fourneau & qui ait communication aux autres soupiraux qui ont leur issue à l'extérieur de la maçonnerie. J'ai exprimé le tout sur le plan de ce fourneau par des lignes ponctuées. (*Planche VII*, *fig. 2.*)

J'ai vu manquer beaucoup d'affinages pour n'avoir pas disposé ces soupiraux d'une manière convenable, & pour les avoir recouverts en pierres de taille bien jointes & cimentées; alors l'humidité des cendres mise en vapeurs, ne pouvant y trouver aucune issue, réagissoit sur la coupelle & en faisoit soulever des morceaux qui surnageoient le bain de plomb. Lorsque cela arrive, l'opération est manquée; l'on attribue communément ce défaut à la qualité des cendres ou à leur préparation, tandis que le mal réside dans le fourneau même.

SECONDE SECTION.

Procédé de l'Affinage.

On pourra mettre environ 36 quintaux de plomb dans le fourneau d'affinage dont je donne le dessin; lorsque ce plomb sera en bain, qu'il sera écumé & que la litharge aura commencé à couler, on pourra y ajouter du plomb que l'on y fera fondre peu à

peu par la bouche à feu que j'ai ménagée exprès. Alors, au lieu de 36 quintaux, on en pourra passer de 30 à 60, & même plus suivant que la coupelle sera en état d'en supporter sans être endommagée. Si les cendres sont bonnes, bien préparées & la coupelle bien faite, cela ne souffrira aucune difficulté. Si la coupelle avoit 8 pieds de diamètre, elle pourroit contenir environ 90 quintaux de plomb, & en lui donnant, comme cela se pratique depuis quelque temps en basse Bretagne, 10 à 12 pouces de profondeur, on pourroit y en mettre 120 quintaux à la fois.

L'on a dit en traitant de la liquation, qu'il falloit prendre du plomb dans le bassin de réception pour en faire les essais avant l'affinage, & que leurs résultats devoient être portés sur un livre à ce destiné; on jugera, d'après cela, si l'Affineur a bien ou mal opéré.

Le feu doit être très-doux dans le commencement de l'opération, afin que la coupelle ait le temps de se débarrasser de son humidité surabondante; car elle n'est pas tout-à-fait évaporée, lorsque le plomb a commencé à litharger; mais ce qu'il en reste ne peut causer aucun préjudice dans un fourneau construit de la manière indiquée.

J'ai vu plusieurs fonderies en Allemagne où l'on fait chauffer avec beaucoup de charbon la coupelle avant d'y porter le plomb, cette dépense est très-inutile.

Les crasses ou écumes qui proviennent de l'affinage, sont mises séparément pour être fondues avec les autres déchets des opérations relatives à la liquation.

Le bain étant bien net & le plomb devenu rouge, la litharge commence à se former & à s'imbiber dans les bords de la coupelle qu'elle durcit; alors on donne le vent, mais foiblement d'abord, & on l'augmente peu à peu. Il est indifférent de se servir de soufflets ou de trompes, il est même inutile, dans cette dernière circonstance, de poser deux buzes ou porte-vents, un seul suffit en mettant à son extrêmité une soupape ronde, de fer, que le vent fait soulever. Cette soupape qu'on nomme *papillon*, rabat le vent sur la surface du bain, accélère la formation de la litharge & la chasse du côté de la voie où elle trouve une petite rigole pratiquée dans les cendres de la coupelle, d'où elle coule sur l'aire de la fonderie. Sans la soupape dont on vient de parler, le vent sillonneroit la surface du plomb dans sa direction sur une petite largeur, & jeteroit même des grains de plomb par la voie qui est à peu près dans cette direction; & la litharge, au lieu d'être poussée vers la voie, se rangeroit des deux côtés du fourneau sans qu'on pût la faire tomber; ce qui tripleroit la durée de l'opération, qu'on ne pourroit même pas finir.

Le papillon satisfait à tout; il rend le vent moins violent en le faisant tomber sur la surface du bain en forme de lame très-large; il chasse la litharge vers la voie, ce qui arrive également, soit que la coupelle soit pleine, soit qu'elle ne contienne plus que peu de plomb; car le vent est toujours dirigé en bas. D'ailleurs, si l'Affineur s'apperçoit que la soupape porte le vent plus d'un côté que de l'autre de la coupelle, il y remédie promptement en tournant un peu la verge de fer au bout de laquelle cette soupape est fixée à une charniere, qui lui permet de se lever plus ou moins, suivant la force du vent.

L'opération dont est ici question, quoiqu'une des plus simples de la Métallurgie, exige néanmoins de la part de l'Affineur beaucoup d'attention, soit pour donner le feu à propos, soit pour éviter de laisser couler du plomb avec la litharge, & notamment vers la fin de l'affinage, temps où le plomb qui reste sur la coupelle est très-riche en argent; s'il en couloit alors seulement un marc, on pourroit perdre plusieurs onces d'argent.

L'opération d'un petit affinage de 36 quintaux, dure environ 16 heures. On y consomme à peu près 400 petits fagots, ou depuis trois quarts de corde jusqu'à une corde de bois. Si on y ajoute du plomb pendant l'opération, la consommation du bois & la durée de l'affinage augmentent, mais non en proportion; car 60 quintaux pourront être passés en 20 ou 22 heures, ce qui vient de ce que l'affinage étant une fois en train, il va très-vite, sur-tout lorsque le plomb qu'on y ajoute entretient toujours la coupelle pleine, car alors la surface du bain est la plus grande possible, & l'on sait que plus cette surface est grande & plus il se forme de litharges en même temps: cette réflexion doit faire préférer les grandes coupelles aux petites. A Poullaouen l'on affine 120 quintaux de plomb en 27 à 30 heures, avec 600 ou 700 fagots.

S'il arrivoit que l'on eût tous cuivres dont la teneur en argent excédât 12 onces par quintal, qui est la teneur requise pour un rafraîchissement riche, ainsi que je l'ai dit en son lieu, on pourroit faire passer une partie de ces cuivres à la coupelle en affinant l'œuvre provenant de la liquation. Par exemple, si, après les mêlanges faits, il restoit des cuivres dont la teneur fût de 4 marcs par quintal, alors il n'y auroit pas à balancer d'en ajouter un peu à chaque affinage; on y en peut faire entrer sans beaucoup d'inconvéniens la seizième partie du poids du plomb; mais je conseille de n'y en porter qu'un vingt-cinquième, ou tout au plus un vingtième. Ce cuivre qui doit être préalablement cassé en petits morceaux, n'est mis dans le bain que lorsque le plomb est bien chaud & qu'il litharge bien.

Il n'y a que le cas ci-dessus où je puisse conseiller d'imbiber du cuivre dans le plomb de l'affinage; car quoique ce cuivre passe pour la plus grande partie dans la litharge & dans les cendres de la coupelle, il y en a toujours de perdu qui se détruit par la vitrification, & qu'il est impossible de revivifier. D'un autre côté, les litharges provenant de ces affinages, contiennent le cuivre qu'elles ont scorifié avec elles, & pour s'en servir dans les mêlanges d'un rafraîchissement, il faut avoir égard à ce cuivre & en conséquence en faire moins entrer dans la composition de chaque pièce; il faut aussi par la même raison ajouter une plus grande quan-

tité de litharges & proportionnellement au cuivre qui y est combiné, afin que, par ces mélanges, on obtienne les mêmes résultats que nous avons détaillés au chapitre premier.

On arrête communément le vent aussi-tôt que l'éclair est fini, & on cesse le feu; un moment après, on refroidit le plateau d'argent, en versant dans un petit canal en bois, de l'eau, qui, du bord de la coupelle, se rend toute bouillante sur l'argent. Il y en a qui font bouillir l'eau, ce qui est inutile puisque la coupelle lui communique à l'instant ce degré de chaleur; d'autres se servent d'une eau de savon, ce qui est encore très-inutile.

Lorsque le plateau est figé, on le détache de la coupelle avec un grand ciseau ou pince de fer, on le sort du fourneau & on le plonge dans un baquet plein d'eau; on lui enlève avec un petit marteau à pointe, les parties de têt qui peuvent y être restées adhérentes; on fait sécher ce plateau, on le pese, &c.

Observations sur la préparation des Coupelles.

L'on n'a jusqu'ici employé pour la formation des coupelles que des cendres de bois ou d'os; quelques Chymistes en ont fait avec de certains spaths friables. Toutes ces matières poreuses & absorbantes sont sans contredit très-bonnes pour faire les essais en petit sous une moufle, où il s'agit de faire imbiber dans la coupelle tout le plomb qu'on y met, à mesure qu'il se convertit en litharge, pour obtenir le petit grain d'argent que contient ce plomb.

A l'imitation des Chymistes & Essayeurs, les Métallurgistes ont fait de grandes coupelles avec des cendres, ils se sont pourtant bornés aux cendres de bois qui sont plus communes que celles des os d'animaux. Ils ont aussi conçu & reconnu par beaucoup d'expériences, que si l'on étoit contraint dans l'affinage en grand, de faire pénétrer tout le plomb dans la coupelle, il faudroit, d'une part, une très-grande épaisseur à la coupelle, par conséquent une prodigieuse quantité de cendres, & que, de l'autre, l'opération de l'affinage dureroit plus de huit fois autant de temps qu'il est nécessaire en faisant litharger. Ils ont vu que la litharge se formant toujours à la surface du bain, il étoit possible de faire une petite rigole dans les cendres du bord de la coupelle, & d'y faire couler la majeure partie des litharges qui surnagent le plomb, tandis que l'autre partie pénètre dans la coupelle autour du bain. On a aussi reconnu que, pour accélérer la formation de la litharge & pour la chasser vers la voie, à mesure qu'elle se forme, il étoit à propos d'y appliquer des soufflets, l'on en est resté là depuis très-long-temps.

La difficulté de se procurer assez de cendres dans les atteliers en grand, leur prix, ce qu'il en coûte pour en faire la lotion à l'effet d'en retirer les sels, les sables & le charbon, & pour leur recuit dans des fours à réverbère, tous ces objets de beaucoup de dépense, joints à ce que les coupelles construites avec des cendres, qui sont légères, sont sujettes à s'élever à la surface d'un métal en fusion infiniment plus pesant qu'elles, sur-tout si, comme je l'ai dit, le fourneau n'est pas construit avec attention, & que les cendres ne soient ni bien préparées, ni bien battues; tous ces inconvéniens, dis-je, m'ont fait naître le desir de trouver des moyens propres à les éviter.

Voici comment j'ai raisonné; puisque dans l'affinage en grand on n'a en vue que de convertir le plomb en chaux ou litharge, pour en obtenir l'argent, ne peut-on pas faire les coupelles de matières non absorbantes, moins coûteuses dans leur préparation, plus durables, plus pesantes, & non sujettes à s'élever pendant l'affinage? Il ne s'agit plus maintenant que de trouver les matières qui y sont les plus propres.

L'on sait qu'un sol de fourneau fait avec de l'argille bien battue, dure plusieurs mois à fondre du minéral de plomb; on en a l'exemple aux mines de basse Bretagne; je suis assuré qu'un bassin de coupelle fait de bonne argille peu humectée, bien battue à mesure qu'elle sèche, & chauffée avant d'y porter le plomb, dureroit beaucoup. Mais il se présente une difficulté, c'est que l'argille exposée au feu se durcit trop fortement pour pouvoir en couper, afin de former la petite rigole servant de passage à la litharge; on pourra remédier à cet inconvénient en mêlant beaucoup de sable fin & tamisé à l'argille dont on fera la coupelle; on pourra même, suivant moi, faire la coupelle entièrement de sable, ou, si l'on veut, l'endroit du passage de la litharge seulement. Alors la voie se formeroit avec facilité & même plus aisément que dans les cendres qui se durcissent par l'imbibition de la litharge au point que l'Affineur a souvent beaucoup de peine à former la voie. C'est ce qui me fait croire que de l'argille mêlée de sable pourroit se couper avec les mêmes outils; on pourroit même, en cas de nécessité, avoir recours à une espèce de lime ou rape emmanchée au bout d'une verge de fer. Enfin on peut faire la partie de la voie de la litharge avec des cendres, soit d'os, soit de bois, tandis que le bassin de la coupelle seroit de sable & argille, auxquels on pourroit substituer de certains schistes friables.

Dans une coupelle en grand préparée à ma manière, on pourra, je crois, passer plus de 60 milliers de plomb de suite sans craindre d'accident; bien entendu qu'à mesure que le premier plomb mis sur la coupelle lithargeroit, on y en substitueroit d'autre, ainsi qu'il est expliqué.

Outre les avantages dont j'ai parlé, cette manière d'opérer en présente d'autres. Elle consommeroit beaucoup moins de bois, elle seroit plus expéditive. On convertiroit tout son plomb en litharges, puisqu'il n'en pénétreroit point dans la coupelle, avantage qu'on trouvera assez considérable si on fait attention, 1°. que la litharge est une matière marchande, & que le têt ne l'est point; 2°. que la litharge est beaucoup plus aisée à fondre ou à revivifier, que le plomb

contenu dans le têt, qui, ainsi que je l'ai dit, ne peut pas être employé avec succès dans les mêlanges d'un rafraîchissement. 3°. Enfin, le têt retient toujours plus d'argent proportionnellement que les litharges, ce que j'ai vérifié bien des fois en passant à la coupelle le plomb provenant de ces deux substances.

On dira peut-être que l'affinage dans une coupelle préparée de la manière que je le propose, n'ira pas aussi vîte que dans une coupelle de cendres, puisque non-seulement il coule des litharges hors du fourneau, mais qu'il s'en imbibe en même temps dans la coupelle ; à cela je réponds que la litharge ne pouvant se former que par le contact de l'air, il ne doit pas s'en former dans la partie inférieure du bain contiguë à la coupelle, c'est donc toujours à la surface du plomb que cette litharge se présente d'où la plus grande partie coule par la voie, tandis que l'autre pénètre dans le bord de la coupelle où le bain se termine. Or, si les matières qui forment les coupelles ne sont pas absorbantes, ces litharges, au lieu d'y pénétrer, couleront comme les autres par la voie, à mesure qu'elles y seront poussées par l'impulsion du vent des soufflets, ce qui ne retardera point l'opération. Une preuve bien convaincante que la litharge ne pénètre dans les cendres de coupelles qu'autour du disque du plomb, c'est que la croûte imbibée de ces cendres n'est pas ordinairement plus épaisse vers le milieu que sur ses bords; or, s'il se formoit de la litharge en dessous du bain, le centre de la coupelle, où le plomb séjourne huit à dix fois plus long-temps que sur ses bords, devroit avoir huit à dix fois autant d'épaisseur. Je desire pour le bien public & l'avantage particulier des Compagnies de Mines, que l'on fasse l'épreuve de la méthode que je propose; M. Renaux, Directeur des Mines de Châtelaudren en Bretagne, à qui j'avois fait part de ce procédé, m'a marqué l'avoir exécuté avec succès.

CHAPITRE VI.

Du raffinage du Cuivre.

J'ai dit, en parlant du rafraîchissement, que les cuivres qu'on soumet à cette opération, sont communément ce qu'on appelle cuivres noirs, c'est-à-dire qu'outre l'argent qu'on en retire par les opérations du départ, ils contiennent des matières étrangères, comme fer, arsenic, soufre & autres, qui les rendent cassans & qui leur donnent une couleur plus rembrunie que celle du cuivre pur.

Quoiqu'une bonne partie de ces substances étrangères soit sortie des cuivres par les procédés précédens & qu'elles aient passé dans les scories ou crasses, ainsi que je l'ai observé, & qu'une autre partie ait été entièrement brûlée & détruite, il en reste encore dans les pièces de cuivre ressuées. Ce sont ces substances hétérogènes, ainsi qu'un peu de plomb qui est resté dans le cuivre, qu'il s'agit d'enlever par le raffinage afin de le convertir en cuivre-rosette & marchand.

Je ne m'arrêterai pas à détailler toutes les différentes méthodes en usage pour le raffinage du cuivre, je dirai seulement qu'elles se réduisent à deux principales; la plus ancienne & la plus usitée se fait dans de petits bassins ou catins qui peuvent contenir depuis deux jusqu'à quatre quintaux de ce métal mis en fusion par des charbons de bois, dont la chaleur est considérablement augmentée par le vent de deux forts soufflets ou d'une trompe, que quelques Auteurs nomment trombe. Nous avons vu en Tirol, feu M. Jars & moi, une manière de raffiner le cuivre dans un catin, qui, sans contredit, est la meilleure en ce genre, en ce que le cuivre noir, au lieu d'être levé à l'ordinaire en gâteaux, passe tout de suite dans le catin du fourneau de raffinage, où il est raffiné en peu de momens; ce qui fait une grande économie de charbon.

Cette manière d'opérer ne pouvant s'appliquer aux cuivres qui ont passé à la liquation, ce n'est pas ici le lieu d'en parler ; d'ailleurs on en peut voir la description dans nos Voyages métallurgiques.

La seconde méthode de raffiner le cuivre qui est la moins connue, est de faire cette opération dans de grands fourneaux à réverbères, nous en avons vu en Saxe & en Hongrie, mais ils ne valent pas, à beaucoup près, celui que feu M. Jars a fait construire aux Mines de Chessy en Lyonnois; les premiers, sans donner une aussi forte chaleur que ce dernier, consomment beaucoup plus de bois.

Lorsqu'on a une grande quantité de cuivre à raffiner, je conseille de se servir du fourneau de Chessy. On peut voir le dessin de ce fourneau dans les *planches de Métallurgie*, n. VIII, & consulter l'explication à la fin de cet article.

Le cuivre noir contenant beaucoup d'argent, est toujours plus impur que celui qui provient d'une belle pyrite jaune, cuivreuse, riche de ce métal, & qui ne contiendroit point de fin.

Si l'on raffinoit ce cuivre noir tenant argent sans le passer à la liquation, il éprouveroit un grand déchet, l'opération seroit longue & le cuivre-rosette en résultant ne seroit même pas bon, il conserveroit une sorte de fragilité. Au contraire, la rosette provenant du raffinage des pièces de cuivre desséchées est communément belle, malléable & d'un bon débit dans le commerce ; partie de ses impuretés en est enlevée par tous les traitemens que ce métal a subis avant le raffinage, c'est ce qui fait que le déchet du cuivre ressué est moins fort au raffinage, quoiqu'il ait conservé un peu de plomb, que si on l'eût raffiné avant qu'il eût passé aux procédés de la liquation. Mais, indépendamment de cela, il ne faut pas s'attendre qu'il donne autant de cuivre-rosette que s'il n'eût point subi tous ces traitemens, où il s'en detruit une petite partie, tandis qu'il en passe une autre dans les déchets, ainsi que je l'ai fait remarquer en détaillant chaque opération.

Nous allons donner le procédé de Chessy pour

raffiner le cuivre, extrait de nos Voyages métallurgiques.

Il est très-essentiel de bien placer la tuyère pour cette opération; on a reconnu qu'en donnant six lignes d'inclinaison ou pente à son plan, qui dirige le vent des soufflets sur le cuivre, c'étoit la placer le plus avantageusement.

Le bassin servant à contenir le cuivre est formé avec une brasque composée de deux parties & demie d'argille & de deux parties de charbon réduit en poudre, lesquelles ont été auparavant pilées & passées par un crible; sur quatre parties de cette composition on en ajoute une de sable criblé. Cette brasque étant bien mêlée & humectée de façon qu'elle puisse se pelotter dans la main sans se rendre adhérente, le maître Raffineur entre dans le fourneau par l'ouverture C, marquée dans l'élévation; un Aide lui donne la brasque, il en arrange suffisamment sur le sol du grand bassin, pour former une couche que les deux Aides battent bien avec des palettes de bois; le maître Raffineur, avec un ciseau de fer, fait des raies en tous sens dans toute la surface de cette première couche de brasque & l'humecte un peu afin que la couche supérieure puisse mieux se lier; l'on en use ainsi pour l'arrangement des trois couches de brasque qui composent le bassin, en observant de ménager une pente vers les deux petits murs H du plan supérieur. On prend alors des pilons de fer de deux pouces de diamètre que l'on fait chauffer à leurs extrémités pour que la brasque ne s'y attache point, & avec lesquels on bat fortement toute la surface du bassin, de façon que le doigt n'y puisse faire aucune impression. Le maître Raffineur prend ensuite le niveau depuis la tuyère, & avec un fer recourbé, il creuse dans la brasque jusqu'à ce que le bassin ait 5 pouces $\frac{1}{2}$ de profondeur dans le milieu. Il est alors d'une capacité suffisante pour contenir 50 quintaux de cuivre, en y comprenant les deux canaux pour l'écoulement du cuivre qui s'étendent jusqu'aux murs H du plan supérieur, avec une pente d'environ trois lignes depuis le fond du grand bassin. Enfin, avec des marteaux larges & chauffés, on bat encore toute la surface pour la rendre parfaitement unie. Alors on met une brique devant chacun des petits murs H pour retenir le cuivre; on la lute avec de l'argille dont on remplit le restant de l'ouverture de chaque mur. On prépare ensuite les bassins de percée avec une brasque composée de parties égales d'argille & de poussière de charbon; après qu'elle y a été bien battue, on la creuse en cônes renversés, de façon qu'ils puissent contenir chacun environ 25 quintaux de cuivre; ils ont 3 pieds $\frac{1}{2}$ de diamètre intérieurement sur 16 pouces de profondeur. Lorsque tout a été préparé, on met une pelotte de terre devant la tuyère pour diriger le vent des soufflets dans le haut du fourneau, afin qu'il puisse mieux étendre la chaleur jusqu'à ce que le cuivre soit entièrement fondu.

Le maître Raffineur se fait ensuite apporter de la paille dont il couvre toute la surface du grand bassin d'environ trois ou quatre doigts d'épaisseur, pour empêcher les impressions que le cuivre pourroit faire à la brasque; après quoi il arrange 50 quintaux de cuivre noir que l'on fait entrer par l'ouverture C marquée dans l'élévation; il met les pièces de cuivre les unes sur les autres, en observant de laisser des vuides entre elles, afin que la flamme puisse y pénétrer; il laisse aussi un espace de 18 pouces entre la tuyère & le cuivre; il a soin de mettre quelques pièces de cuivre sur le canal de la percée qui est près de la petite cheminée à l'endroit R de la coupe sur la ligne AB, afin de diminuer l'ouverture pour la sortie de la flamme. Lorsque le cuivre est fondu, le canal en est rempli, ce qui rétrécit pareillement cette ouverture.

Les 50 quintaux de cuivre noir ayant été arrangés dans le fourneau, on en ferme toutes les ouvertures avec de grandes briques faites d'argille ordinaire, de la paille hachée & de la bourre de veau; on les lute bien tout autour, & l'on met du bois dans la chauffe; on y entretient le feu, de façon que le cuivre soit cinq à six heures avant d'être entièrement rouge, ce qui ne s'observe que lorsqu'on a refait à neuf deux ou trois couches de brasque, afin que l'humidité puisse s'évaporer. On n'est pas souvent dans ce cas, car on peut raffiner au moins 200 milliers de cuivre sans toucher à celle du fond, pour la seconde elle ne dure que 10 à 12 raffinages. Quant à la supérieure, elle ne tient qu'à deux ou trois opérations; mais que l'on refasse celle-ci, ou non, on force le feu dès le commencement, le bassin ayant assez le temps de sécher & de s'échauffer jusqu'à ce que le cuivre soit fondu; dans ce cas, il ne faut que deux heures pour que le cuivre soit parfaitement rouge. C'est alors qu'on fait agir les soufflets; le cuivre devient d'abord pâteux, il dégoutte ensuite peu à peu jusqu'à ce qu'il soit entièrement fondu; ce que l'on reconnoit par un petit trou que l'on a pratiqué dans le milieu de la brique qui bouche l'ouverture par où l'on décrasse.

Du moment que l'on a fait agir les soufflets, jusqu'à la parfaite fusion du cuivre, il faut environ six heures, ce qui en fait huit depuis qu'on a commencé le feu; on a grande attention, pendant la fonte, de n'ouvrir aucune ouverture du fourneau, & de ne pas toucher le cuivre, dans la crainte de le refroidir, ce qui retarderoit l'opération. Pendant tout ce temps, on a soin de prendre de la charbonnaille dans le cendrier & d'en chauffer les bassins de réception en la renouvellant de temps à autre. Ces bassins ne se réparent à neuf qu'après 30 ou 40 raffinages. On entretient aussi un feu de charbon à l'endroit où se fait la percée.

Un quart d'heure après que le cuivre est en fusion, on commence par en enlever les scories, & à cet effet on débouche l'ouverture marquée par la lettre B dans l'élévation; on prend ensuite dans le cendrier de la charbonnaille humectée, on la répand sur le bain de cuivre, elle sert à refroidir les scories qui surnagent: on met alors devant l'ou-

verture une barre de fer pour supporter le rable de fer avec lequel on retire ces scories. Cet outil est fait d'un fer plat d'environ 1 pied de long sur 5 pouces de large & 6 lignes d'épaisseur, soudé à l'extrémité d'une grande barre d'un pouce en quarré. Lorsqu'il est rouge & qu'il se plie, on le retire pour le redresser; pendant ce temps, on jette de la nouvelle charbonnaille, & avec un semblable outil on enlève les scories restantes. On referme, après cela, l'ouverture avec la même brique, & on la lute avec de l'argille. Le Raffineur passe ensuite derrière la tuyère & fait sauter la pelotte d'argille dont il a été parlé : pour-lors le vent des soufflets frappant sur le bain de cuivre, l'agite & accélère la scorification des parties étrangères, qui, par le mouvement du bain, se présentent successivement au contact de l'air. Depuis cet instant, le Raffineur doit visiter souvent la tuyère, pour en ôter, avec une baguette de bois, les morceaux de cuivre qui s'y attachent quelquefois; si ce métal y est trop adhérent, il se sert d'une baguette de fer; il prend ensuite des essais pour connoitre à quel point se trouve le cuivre; pour cet effet, il emploie un fer arrondi & poli aux deux extrêmités, on le nomme fer d'essai; il le passe par la tuyère, le plonge dans le cuivre & l'en retire promptement pour l'éteindre dans un baquet d'eau. Quoiqu'il soit difficile de donner des règles certaines pour connoître le degré de pureté du cuivre, on peut cependant dire en général qu'il donne par gradation les marques suivantes : peu de temps après que l'on a décrassé le cuivre pour la première fois, l'essai que l'on prend est uni, a une couleur pâle en dehors, mêlée de taches noires, sa fracture est d'un rouge cendré; on le détache de la baguette en la frappant sur un marteau. Un second essai se prend un quart d'heure après, celui-ci devient un peu raboteux à sa surface, les Ouvriers le nomment *rape ;* ces essais se prennent de temps en temps. Le cuivre devient de plus en plus raboteux & acquiert une plus belle couleur; l'on y apperçoit intérieurement des taches couleur de laiton, & il devient plus mince. A la *rape* succèdent de petites élévations, mais qui sont toutes percées, de sorte que l'essai est encore raboteux au toucher. Lorsque ces élévations deviennent plus considérables, quoique toujours percées, on décrasse, pour la seconde & dernière fois, de la manière décrite. Alors le cuivre approche de sa perfection, ce que l'on reconnoit à sa belle couleur, aux trous des élévations qui se ferment en partie, & à ce que l'essai devient plus doux au toucher; il s'y forme aussi à l'extrêmité un ou deux petits crochets, & l'on y apperçoit des taches d'un rouge sanguin fort unies, c'est le point de perfection du cuivre qu'il ne faut pas passer. Il faut, suivant la nature du cuivre, depuis une heure jusqu'à deux, pour qu'il ait acquis ce degré, c'est-à-dire, à compter du moment qu'il a été décrassé la première fois. C'est à cet instant que l'on doit faire la percée; un moment auparavant on commence à dégager le passage, en ôtant avec un ringard l'argille que l'on a mise derrière la brique dans le trou de la percée, afin qu'aussi-tôt que le Raffineur a reconnu le vrai point du raffinage du cuivre, on puisse le faire couler dans les bassins de réception. On met à cet effet, dans le trou de la percée, une barre de fer rond d'un pouce de diamètre, pointue à une de ses extrémités, dont l'autre est garnie d'un bouton de fer, sur lequel on frappe jusqu'à ce que l'on présume qu'elle a été assez avant pour faire sauter la brique. Alors on prend la fourche, figure 6 de la planche VIII, on la passe au bouton de la barre de percée, un Ouvrier tient cette fourche verticalement, tandis qu'un autre frappe horisontalement dessus, de cette manière on retire les fers de percée, & le cuivre coule dans chaque bassin de réception; mais comme il arrive quelquefois qu'une des percées est ouverte plus promptement que l'autre, on a ménagé un canal horisontal pour communiquer aux deux bassins, & éviter le danger qu'il y auroit si le cuivre se répandoit dans la fonderie, dont l'humidité le feroit éclater. On n'ôte point la charbonnaille qui a servi à chauffer les bassins; on ne la retire qu'avec les scories qui ont suivi le cuivre; on bouche ensuite les deux trous de percée avec de l'argille pour qu'il ne coule pas davantage de scories. Lorsque la surface du cuivre a été bien nettoyée, il s'y élève une espèce de fumée, qui n'est autre chose que des parties de cuivre sphériques, divisées à l'infini, & que l'on nomme par cette raison *cendrée de cuivre.* Si ce métal étoit un peu moins raffiné, il s'en éleveroit encore une plus grande quantité; mais pour la diminuer, on en refroidit la surface par le vent de plusieurs petits soufflets, & elle se couvre d'une petite pellicule; aussi-tôt on y répand un peu d'eau, que l'on renouvelle jusqu'à ce que la rosette ait assez de consistance pour être enlevée. Six hommes sont occupés à chaque bassin pour lever les rosettes à mesure qu'elles sont figées, & pour les porter dans une cuve placée à portée, où l'eau se renouvelle continuellement afin qu'elle soit toujours froide, & que le cuivre prenne une belle couleur. Ces rosettes se lèvent avec des fourches & barres de fer plates par le bout.

Le sol ou bassin du fourneau peut servir à deux & souvent à trois raffinages, comme il a été dit, sans autre réparation que celle d'enlever les scories qui s'arrêtent devant la percée, & de mettre une nouvelle brique devant chaque petit mur. L'on observe, à cette occasion, que lorsqu'on fait à neuf toutes les couches de brasque qui forment le bassin, on doit avoir attention de ne pas battre aussi fortement les inférieures que la supérieure, sans quoi celle-ci trouvant de la résistance dans la couche qui la suit, ne s'y lie pas bien; d'où il arrive que cette première couche peut s'enlever, & même la seconde, pendant l'opération du raffinage, qui pour-lors est manqué; en ce cas, l'on fait couler le cuivre dans les deux bassins de réception, & comme le sol du fourneau a baissé en raison de la brasque qui s'en est enlevée,

enlevée, tout le cuivre ne pourroit pas s'écouler dans les deux bassins de réception ordinaires, on en a pratiqué un troisieme plus bas, marqué M, dans lequel on fait couler le surplus.

L'opération qui vient d'être décrite, dure ordinairement neuf à dix heures. On a reconnu que chaque raffinage consommoit l'un dans l'autre quatre cents fagots de quatre pieds & demi à cinq pieds de longueur, sur deux pieds de circonférence. Comme la flamme du fagot tourmente beaucoup plus le fourneau que ne fait celle du bois de corde, on emploie fort souvent de ce dernier; l'opération n'en devient pas plus chère, mais alors on rétrécit la chauffe, comme on peut le voir dans le plan supérieur (*fig.* 2.) par la ligne ponctuée, lettre B. Il s'en consomme, lorsqu'il est refendu, au plus trois voies ou moules, faisant ensemble 184 pieds cubes. Un Maître Raffineur, & deux Aides, conduisent ce raffinage.

Le charbon de terre peut s'employer utilement pour l'opération dont on vient de rendre compte; l'épreuve en a été faite. Il est vrai qu'une demi-heure après que le cuivre fut fondu, voyant qu'il n'avançoit pas autant qu'avec le bois, l'on acheva le raffinage avec des fagots bien secs, & l'on conseille d'en user toujours de même lorsqu'on se servira de charbon de terre, parce que quand le cuivre approche de sa perfection, il seroit à craindre que l'acide vitriolique de ce combustible ne scorifiât une portion de ce métal, au lieu qu'on ne court pas les mêmes risques dans le commencement de l'opération, parce que l'acide attaque de préférence le fer & le zinc contenus dans le cuivre noir.

Un raffinage de cinquante quintaux de cuivre noir rend communément de quarante-cinq à quarante-six quintaux de cuivre-rosette, ce qui fait un déchet de huit à neuf pour cent; mais ce déchet n'est qu'apparent, puisque, par des essais réitérés, on a reconnu que le déchet réel n'étoit que de quatre & demi à cinq pour cent, attendu qu'il reste toujours beaucoup de cuivre dans les crasses, & que l'on obtient par une fonte dans le fourneau à manche. Enfin il a été prouvé que le cuivre éprouvoit environ un pour cent de moins de déchet dans ce fourneau, que sur le *petit foyer*; on peut attribuer cette différence à ce que l'on perfectionne dans une seule opération une quantité de métal qui en exige environ vingt sur le petit foyer. On sait d'ailleurs que l'on ne peut raffiner du cuivre sans qu'il y en ait toujours un peu qui se scorifie avec les matières qui lui sont étrangères. Plus le volume est grand, plus la quantité qui se scorifie est petite en proportion; d'un autre côté, le petit foyer est un fourneau ouvert, où l'on s'apperçoit que le soufflet enlève de petites parties de cuivre qui se répandent dans la fonderie; la violence du vent en enlève aussi par la cheminée: on en ramasse une partie en Allemagne, en pratiquant une petite chambre dans les cheminées des petits foyers à raffiner le cuivre.

Quant à la différence pour la consommation du bois, il est prouvé que la dépense du grand fourneau est moindre des deux tiers de celle qu'exige en charbon le raffinage sur le petit foyer.

Il résulte de ce détail que le fourneau de réverbère servant à raffiner le cuivre aux mines de Chessy en Lyonnois, a plus de chaleur que n'en ont ceux d'Allemagne, & qu'il est plus avantageux: celui de Grunthal en Saxe consomme 438 pieds cubes de bois de corde, & environ vingt-quatre pieds cubes de charbon, pour raffiner seulement quarante quintaux de cuivre noir. A Tayoba en Hongrie, on consomme environ deux cents vingt pieds cubes de bois de corde pour en raffiner cinquante quintaux aussi dans un fourneau de réverbère, auxquels on ajoute trois à quatre quintaux de plomb, qui se scorifient en pure perte; on sait d'ailleurs que dix livres de plomb scorifient environ une livre de cuivre.

CHAPITRE VII.

De la fonte des déchets résultans des opérations détaillées dans les Chapitres précédens.

Lorsqu'on a passé à la liquation beaucoup de cuivres, & qu'on a en magasin une assez grande quantité de crasses ou déchets, tous métalliques, on en tire parti par la fonte dont il s'agit ici.

Cette fonte peut se faire dans un fourneau à manche particulier, ou dans celui qui est destiné au rafraîchissement, en observant d'en démolir la doublure, afin de pouvoir, en la reconstruisant, donner à l'intérieur du fourneau les dimensions suivantes: deux pieds & demi de profondeur, depuis le devant de la chemise, jusqu'au mur mitoyen qui porte la tuyère; vingt pouces de largeur contre la tuyère, & un pied à l'endroit de la chemise; la hauteur la même que dans le cas du rafraîchissement, ainsi que la brasque. On fermera également l'ouverture du bas de la chemise, avec des charbons, & on y commencera la fonte après qu'on y aura entretenu, pendant sept à huit heures, un petit feu de charbon, ainsi que dans le bassin de l'avant-foyer, qui doit être fait comme celui du rafraîchissement. J'ai donné plus d'épaisseur qu'il n'étoit nécessaire à la doublure du fourneau de rafraîchissement (*planche III.*) afin de pouvoir y en construire une plus mince, dans le cas de la fonte des déchets.

L'on a dit que tous les déchets du rafraîchissement, de la liquation, du ressuage, & les écumes ou crasses des affinages du plomb & raffinages du cuivre, sont en partie composés de cuivre, de plomb & d'un peu d'argent: c'est pour en retirer ces métaux, qu'on doit fondre ces déchets & en mouler les parties métalliques en pains ou pieces de liquation, comme dans le rafraîchissement. On conçoit qu'il n'est pas aisé, dans cette circonstance, de faire des mélanges qui puissent produire des pièces de liquation, dont les proportions en cuivre, plomb & argent, se trouvent égales à celles des pièces qui proviennent d'un rafraîchissement ordinaire. Mais il suffira de savoir les quantités de chaque espèce de

déchets, afin d'en faire entrer dans les mélanges proportionnellement à ces quantités, & d'y ajouter suffisamment de têt. Par exemple, on étendra sur l'aire de la fonderie :

1°. Six quintaux d'écumes d'affinage du plomb; 2°. quatre quintaux de scories du ressuage; 3°. deux quintaux de celles de la liquation; 4°. un quintal des crasses ou écumes du raffinage de cuivre; 5°. deux quintaux des déchets provenans du rafraîchissement. Ces quinze quintaux de matières bien mêlés & formant une couche, on étendra également, par toute sa surface, trente quintaux de têt cassé en morceaux gros comme des noix ou environ; s'il en faut davantage, ce qu'on reconnoîtra à la liquation des premières pièces, on en mettra une plus grande quantité sur les mélanges suivans.

Lorsque le fourneau est chauffé & fermé pardevant, on y jette quelques charbons allumés, & on le remplit jusqu'au haut de charbons; aussi-tôt on donne le vent, & on charge deux pleines casseroles du mélange, que l'on recouvre avec une petite corbeille de charbons. Peu de temps après, on voit couler la matière en fusion dans le bassin de l'avant-foyer; pour-lors on met dans ce bassin de la poussière de charbon, afin qu'en couvrant la surface des métaux, le plomb ne perde pas son phlogistique. Cette précaution sera inutile, lorsqu'il y aura assez de scories sur le métal, pour garantir sa surface du contact de l'air.

Le bassin étant rempli de ces scories, on les fait couler par l'un des côtés sur la brasque, qui, à cet effet, doit être en talut.

Les charges doivent se suivre d'assez près, & se faire de la manière ci-dessus; mais lorsque le fourneau est échauffé, on porte à chacune de ces charges beaucoup plus du mélange qu'aux premières, sans augmenter la quantité de charbon.

Le bassin de l'avant-foyer étant presque plein de métal, on fait couler de sa surface les crasses qui le surnagent, en les attirant de côté avec un petit morceau de bois au bout d'une verge de fer qui lui sert de manche, & ensuite on perce pour faire couler les métaux dans la poele de fer, pour les y mouler en pains de liquation, ainsi qu'il est dit au chapitre I, qui traite du rafraîchissement, auquel on aura recours, tant pour l'enduit qu'on doit faire à la poele, que pour le refroidissement des pièces & leur sortie du moule. Si l'on jugeoit qu'il n'y eût pas, dans les déchets, la quantité convenable de cuivre pour que les pièces pussent se soutenir dans l'opération de la liquation, on pourroit supprimer du têt dans les mélanges, ou y ajouter du cuivre tenant argent.

Cette fonte exige que l'on introduise fréquemment, par l'œil, un ringard dans le fourneau, avec lequel on détache les amas qui s'y forment & qui pourroient l'obstruer. Au reste, cette fonte se conduit comme celle du rafraîchissement.

Lorsqu'il ne reste plus à fondre qu'environ un quart de la première couche du premier mélange, on en fait un semblable, & on continue tant que l'on a des matières à fondre, & que le fourneau va bien. Cette fonte ne peut guère être continuée plus de deux ou trois fois vingt-quatre heures, sans que la doublure du fourneau soit très-endommagée par le verre de plomb.

Il faut deux Ouvriers à chaque poste pour cette fonte, savoir, un Maître & son Aide.

Les scories qui proviennent de cette fonte, tiennent encore du métal; c'est pourquoi, lorsque tous les déchets sont fondus, on fait une fonte particulière de ces scories, & on moule pareillement en pièces de liquation les métaux qui en résultent, qui, comme dans la précédente, sont du cuivre, du plomb & de l'argent; mais ce dernier s'y trouve en petite quantité. Nous observerons qu'il ne faut pas jeter les scories qui proviendront de cette refonte de scories, car elles contiennent encore du plomb & même un peu de cuivre, dont on peut tirer parti dans la suite.

Les pains de liquation résultans de l'une & de l'autre de ces fontes, sont liquéfiés de la manière indiquée chapitre II, ou dans le fourneau de réverbère (*planche VI.*), où l'on en fera le ressuage en même temps.

On doit faire les essais de l'œuvre provenant de la liquation de ces pièces, afin de s'assurer de sa teneur en argent. Si toutes les opérations antérieures aux dernières ont été bien faites, cette œuvre ne contiendra tout au plus qu'une once d'argent par quintal; ainsi il n'y auroit pas de profit à le passer à l'affinage en cet état, c'est pourquoi on le conservera pour servir de plomb d'addition dans les mélanges des rafraîchissemens que l'on fera dans la suite; en ce cas on a égard à sa teneur en argent pour faire ses calculs. J'ai dit, en parlant du rafraîchissement, que la litharge convenoit mieux pour servir d'addition, que le plomb; c'est pourquoi, dans la circonstance dont il s'agit, je conseillerois de n'ajouter qu'un tiers d'œuvre, & les deux autres tiers en litharges. Je crois que cela est suffisamment entendu, sur-tout en ayant recours à ce qui est dit au chapitre I, en traitant de la manière de faire les mélanges dans tous les cas.

CHAPITRE VIII.

Du raffinage de l'argent affiné.

L'argent, après avoir fait son éclair dans la grande coupelle, contient encore environ un vingtieme de plomb; c'est pour lui enlever ce plomb, qu'on le passe à une seconde opération qu'on nomme raffinage; car, quand cet argent se trouveroit au titre convenable pour être employé, soit à la monnoie, soit par les Orfèvres, le plomb qu'il contient n'est pas un alliage propre à lui donner la solidité requise dans les ouvrages qu'on en fait, il en ternit même l'éclat, & empêche qu'il ne soit sonore; le cuivre lui convient mieux à tous égards.

L'on connoît très-bien en France la manière de

raffiner l'argent, c'eſt pourquoi je me bornerai à dire qu'en Allemagne on le raffine de deux manières. La première s'opère ſur une coupelle de cendres bien battues dans un cercle de fer ou dans un poelon de ce métal; l'on place cette coupelle vis-à-vis la tuyère d'un petit ſoufflet de forge, on la recouvre d'une grande mouffle qu'on garnit de charbons tout autour, & afin de ménager ce combuſtible, on le retient avec des briques dans l'eſpace qu'il doit occuper.

L'autre méthode de raffiner l'argent, & qui eſt en uſage aux mines de *Poullaouen* en Baſſe-Bretagne, eſt de placer la coupelle préparée comme deſſus, ſous la voûte d'un petit fourneau de réverbère, qui a une chauffe à l'un de ſes bouts, d'où la flamme paſſant pardeſſus la coupelle, ſe rend à une petite cheminée aſpiratoire qui eſt à l'autre bout. Le bois qu'on y emploie doit être très-ſec & coupé en petits morceaux de la longueur de la chauffe, & d'environ un pouce de groſſeur; du hêtre refendu donne une flamme plus claire & plus vive que le chêne.

C'eſt dans l'une ou l'autre des coupelles dont on vient de parler, qu'on doit raffiner les plateaux d'argent provenant de l'affinage du plomb; pour cet effet, on les réduit en morceaux qu'on porte ſur la coupelle; lorſqu'elle eſt bien ſéchée & le fourneau bien chaud, l'argent fond en peu de temps; lorſqu'il eſt parfaitement en bain, on apperçoit de la litharge à ſa ſurface, qui ſucceſſivement gagne les bords de la coupelle où elle s'imbibe.

Environ une heure après la parfaite fuſion de l'argent, on voit que ſa ſurface devient plus claire & par conſéquent moins chargée de litharge; peu de temps après, il n'y en paroit plus que des petits filets qui vont ſe perdre dans les bords de la coupelle; enfin, quand l'argent eſt au titre de onze deniers 21 à 22 grains, ſa ſurface eſt très-claire & brillante comme une glace: alors préſentant un fer froid à un pouce de cette ſurface, ſon image doit parfaitement paroitre dans le bain, & s'il y a encore quelques filets de litharge, on les apperçoit diſtinctement; s'il n'y en a que très-peu, & qu'ils ſoient petits, c'eſt une preuve que l'argent eſt au titre ci-deſſus, on ceſſe le feu & on ouvre le devant du fourneau, afin de modérer la grande chaleur. Lorſqu'il s'eſt formé une petite pellicule ſur l'argent, on y verſe de l'eau, d'abord avec précaution, & on en augmente peu à peu la quantité. Le plateau étant entiérement figé, on l'enlève tout rouge avec un ciſeau de fer, on le porte avec une tenaille ſur une enclume, où un homme le tient de champ, tandis qu'un autre frappe à grands coups de maſſe ſur le côté oppoſé à celui qui eſt ſur l'enclume. De cette manière, on le roule en forme de cornet, afin de pouvoir le faire entrer dans un grand creuſet où il eſt refondu, & enſuite moulé dans une lingotière de fer chauffée & graiſſée avec du ſuif.

On coupe au deſſus & au deſſous du lingot deux petits boutons d'argent, pour en faire l'eſſai ſuivant l'uſage & connoitre parfaitement ſon titre. Un homme accoutumé à raffiner l'argent, ne s'y trompe pas d'un grain de fin.

En peſant le lingot, on eſt en état de juger du déchet que l'argent a éprouvé.

On donne à la coupelle la capacité néceſſaire pour contenir l'argent qu'on a à y raffiner. On peut raffiner dans une coupelle depuis cinquante juſqu'à cent marcs à la fois, & même plus s'il eſt néceſſaire. Il y a économie de bois & gain de temps à ne faire qu'un raffinage au lieu de deux. Des cendres de bois bien préparées ſuffiſent pour la conſtruction des coupelles à raffiner l'argent: cependant quand on a la commodité de ſe procurer des os, je conſeillerois de les bien calciner, pulvériſer & leſſiver, & d'en ajouter environ un quart avec les cendres de bois bien leſſivées, & de tamiſer ſur la coupelle un peu de claire ou cendre d'os la plus fine.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE III. (*Métallurgie.*)

Fourneau de rafraîchiſſement.

FIGURE 1re.

Plan du Fourneau à la hauteur de la tuyère.

1, mur des côtés du fourneau; 2, ſa doublure; 3, ſon intérieur; 4, la tuyère; 5, encaiſſement de l'avant-foyer; 6, baſſin de l'avant-foyer; 7, pierres de taille qui entourent l'avant-foyer; 8, une pierre ſervant de marche; 9, une poele de fer coulé, de trois pouces & demi à quatre pouces de profondeur, dans laquelle on moule les pièces de liquation; cette poele doit avoir un pouce de plus de diamètre dans le haut que dans ſon fond, pour en faciliter la ſortie des pièces, & deux pouces & demi à trois pouces d'épaiſſeur, tant autour que dans le fond.

FIGURE 2.

Coupe du Fourneau.

1, maçonnerie du derrière du fourneau; 2, ſa doublure; 3, ſon intérieur; 4, la tuyère; 5, la braſque; 6, le baſſin de l'avant-foyer; 7, la chemiſe; 8, l'œil par où la matière ſe rend dans le baſſin; 9, la cheminée; 10, arceau derrière le fourneau; 11, marche pour monter à l'avant-foyer; 12, lit d'argille; 13, lit de ſcories; 14, pierre de couvercle; 15, canaux d'évaporation.

FIGURE 3.

Elévation du Fourneau vu en devant.

1, piliers qui portent la cheminée; 2, la doublure; 3, la chemiſe, au bas de laquelle on a laiſſé

une ouverture qu'on ferme avec des charbons, ainsi qu'il est expliqué au chapitre premier ; 4, le bout de la tuyère ; 5, intérieur du fourneau au dessus des murs de sa doublure, qui se termine en talut.

PLANCHE IV.

Fourneau de liquation.

FIGURE 1re.

Plan du Fourneau au rez-de-chaussée.

1, l'un des murs de la fonderie ; 2, autre mur ; 3, *idem* des côtés ; 4, la voie ou passage du plomb ; 5, le soupirail ; 6, le bassin de réception.

FIGURE 2.

Plan supérieur du Fourneau.

1, deux murs de la fonderie ; 2, murs des côtés ; 3, *idem* des bouts ; 4, l'intérieur du fourneau, garni de deux plaques de fer coulé ; 5, passage entre ces deux plaques, par lequel le plomb s'écoule dans la voie ; 6, sept soupiraux pour donner plus d'activité au charbon enflammé.

FIGURE 3.

Coupe sur la longueur.

1, mur de la fonderie ; 2, *idem* des bouts du fourneau ; 3, pavé en talut maçonné en briques au fond de la voie ; 4, canal d'évaporation de l'humidité ; 5, la voie ; 6, l'une des plaques de fer coulé, vue de côté ; 7, six pièces de liquation ; 8, le soupirail ; 9, le bassin de réception.

FIGURE 4.

Coupe en travers.

1, mur du bâtiment ; 2, murs des côtés du fourneau ; 3, la voie ; 4, les deux plaques de fer coulé ; 5, l'intérieur du fourneau ; 6, une des pièces de liquation ; 7, un des soupiraux ; 8, une porte de fer luttée, qui ferme le devant du fourneau lorsque les pièces y sont rangées ; 9, canal d'évaporation.

PLANCHE V.

Fourneau de ressuage.

FIGURE 1re.

Plan au rez-de-chaussée.

1, murs du bâtiment ; 2, murs des côtés du fourneau construits en moëlon ; 3, mur du fond en briques ; 4, petits murs de séparation des voies ; 5, les trois voies ; 6, les trois passages pour la flamme & la fumée ; 7, une barre de fer pour soutenir les petits murs de la séparation des voies.

FIGURE 2.

Coupe sur la longueur.

1, mur du bâtiment ; 2, *idem* du fond du fourneau ; 3, un des petits murs de séparation des voies ; 4, pavé en briques posées de champ ; ce pavé, qui fait le sol de chaque voie, est en pente ; 5, l'intérieur du fourneau ; 6, une forte plaque de fer fondu, plus épaisse dans son milieu que sur ses bords : il y en a une sur chaque mur de séparation ; 7, l'un des trois soupiraux ou cheminées qui aboutissent à la partie supérieure de la voûte ; 8, la voûte.

FIGURE 3.

Elévation du Fourneau vu en devant.

1, mur du bâtiment ; 2, murs des côtés du fourneau, construits en moëlon ; 3, la doublure en briques ; 4, la voûte ; 5, l'entrée des trois soupiraux ; 6, l'intérieur du fourneau ; 7, les quatre murs de séparation des voies ; 8, ces voies ; 9, quatre plaques de fonte posées sur les murs de séparation ; 10, barre de fer pour la solidité des murs de séparation.

FIGURE 4.

La porte de fer luttée, qui, par le moyen d'une chaîne passée dans l'anneau 1, & correspondant à un petit treuil ou cabestan, s'enleve & se place à volonté. Cette porte est destinée à fermer le devant du fourneau, depuis le dessus des plaques de fer cotées 9, dans la figure troisième, jusqu'à la voûte ; ce qui s'exécute lorsque les pains de cuivre liquéfiés sont arrangés dans le fourneau.

PLANCHE VI.

Fourneau pour le double procédé de la liquation & du ressuage.

FIGURE 1re.

Plan du Fourneau à sa base.

1, l'un des murs du bâtiment contre lequel est adossé le fourneau ; 2, murs des côtés du fourneau, construits en moëlon, chaux & sable ; 3, maçonnerie en briques, servant de doublure au fourneau ; on peut y employer des pierres, mais il faut qu'elles puissent résister à la chaleur ; les briques de cette partie doivent être scellées avec de l'argille ou de la terre à four réfractaire ; 4, la voie de la flamme & des matières fondues ; 5, autre voie par où s'écoule le plomb ; 6, emplacement d'une petite porte de tôle luttée, au dessous de laquelle on laisse un petit trou pour le passage du plomb ; 7, le bassin de réception, où se rend le plomb à mesure qu'il coule des pains de liquation ; 8, la chauffe où le bois se place en longueur ; 9, petite porte par où l'on sort les braises, & qu'on tient bouchée avec une brique ;

10, trois petits conduits entre les murs, pour procurer une libre sortie aux vapeurs aqueuses qui émanent de la maçonnerie, qui, sans cela, feroient lézarder les murs, & que l'on remplit de sable si l'on veut; 11, six autres petits conduits pour le même objet. *Nota.* On pourroit, ce qui seroit encore mieux, pour tenir lieu de tous ces soupiraux, laisser un vuide de chaque côté du fourneau, de deux à trois pouces, entre la doublure & les murs; lequel vuide prendroit depuis le rez-de-chaussée jusqu'au haut, & qui régneroit dans toute la longueur du fourneau; en observant seulement de laisser de distance en distance des briques saillantes, qui de la doublure iroient s'appuyer contre les murs de maçonnerie cotés 2, ce qui donneroit la solidité requise, & empêcheroit la poussée des murs de côté. Je conseille même d'en faire autant dans la construction de tous les fourneaux, soit à manche ou autres. 12, petite porte quarrée par laquelle on décrasse la voie avec un petit rouable de fer: au reste cette ouverture doit être exactement fermée par une brique ou pierre luttée tout autour avec de la terre; on ne l'ouvre que lorsqu'il s'agit de décrasser; 13, murs de la chauffe.

FIGURE 2.

Plan supérieur du Fourneau.

1, mur du bâtiment; 2, maçonnerie des côtés du fourneau; 3, murs en briques des bouts du fourneau; 4, sa doublure; 5, six plaques de fer coulé, inclinées comme le fait voir la figure troisième; 6, les trois ouvertures entre les arceaux pour le passage de la flamme, & par lesquelles le plomb tombe dans la voie; 7, la chauffe; 8, petits murs de la chauffe, & qu'il sera bon de couvrir avec une plaque de fer fondu, de la même forme, sans quoi les briques seroient sujettes à se déranger lorsqu'on mettroit le bois.

FIGURE 3.

Coupe en long du Fourneau.

1, murs des bouts; 2, coupe des quatre arceaux qui doivent être construits en bon granit ou pierres schisteuses, qui tiennent au feu sans s'éclater. Au défaut de ces pierres, on se servira de briques. Les deux arceaux des extrêmités n'ont que la moitié de la longueur des deux autres. 3, quatre petits murs en briques & en talut sur les arceaux, pour recevoir les plaques de fer; 4, le dessous des arceaux ou conduit de la flamme; 5, les trois passages de la flamme entre les arceaux; 6, la voie; 7, le pavé en pente de la voie; 8, endroit où se rend le plomb, d'où il coule dans le bassin de réception; 9, la chauffe; 10, trou par où on retire les braises lorsqu'il y en a trop dans la chauffe; 11, sol de la chauffe; 12, porte pour retirer les crasses; 13, les six plaques de fer sur lesquelles reposent les pièces de liquation; 14, trois pièces de liquation posées de champ sur les plaques de fer; 15, intérieur du fourneau; 16, la voûte; 17, les trois petites cheminées; 18, la grande cheminée; 19, maçonnerie en briques, dans laquelle sont pratiquées les trois petites cheminées.

FIGURE 4.

Coupe en travers du Fourneau.

1, mur du bâtiment; 2, murs des côtés du fourneau; 3, sa doublure en briques; 4, la voûte; 5, mur qui porte les petites cheminées obliques; 6, l'une de ces cheminées; 7, passage de la flamme dans cette cheminée; 8, une brique servant de registre, que l'on peut avancer ou reculer pour régler le degré de chaleur; 9, la grande cheminée, qui n'a que six pouces intérieurement en ce sens, & un pied de largeur; 10, les briques de couvercle de l'une des petites cheminées; 11, l'intérieur du fourneau; 12, l'un des arceaux en pierres de taille, dont les panneaux des côtés doivent porter d'un pouce sur les murs de la doublure, ainsi que la figure le fait voir; les lignes ponctuées sur ces panneaux, marquent l'inclinaison des parois pour le passage de la flamme; 13, l'une des plaques de fer, vue sur sa longueur; 14, cinq pièces de liquation, placées comme il convient; 15, le passage de la flamme, où l'on voit la petite porte cotée 12 dans la figure 3e. 16, la voie par laquelle le plomb coule dans le bassin de réception; 17, le bassin; 18, huit petits soupiraux pour l'évaporation de l'humidité; 19, pavé de la voie en briques posées de champ, qui doivent être bien scellées, afin que le plomb ne puisse pas pénétrer.

FIGURE 5.

L'une des deux portes qu'il faut pour fermer les deux bouts du fourneau, lorsqu'on y a placé les quinze pièces de liquation.

1, cercle de fer autour de la porte; 2, trois bandes de fer en travers; 3, trois autres bandes *idem*, en long; 4, crochet ou anneau de fer, dans lequel on fixera une chaine qui passera sur une poulie, d'où elle répondra à un petit treuil, au moyen duquel on enlevera facilement cette porte, & on la posera à l'une des embouchures du fourneau, sur les petits murs cotés 1, figure 3e. 5, petit trou dans la porte, par lequel on pourra voir ce qui se passera dans le fourneau, & si toutes les pièces ont la chaleur nécessaire, mais on aura soin de la fermer, soit avec une brique, ou par une petite porte de tôle posée sur ses gonds. L'on ne voit que l'extérieur de la porte, la partie qui s'applique contre l'ouverture du fourneau, est cachée; elle doit être garnie d'un bon lut, retenu par des crochets de fer qui eux-mêmes tiennent dans des feuilles de tôle attachées aux barres de fer.

FIGURE 6.

Deux morceaux de terre bien cuite, ou de briques taillées comme la figure l'indique.

Ces pièces sont destinées à tenir les pains de liquation dans une position verticale; il en faut douze

de celle cotée *a*, & six de celle *b*, pour les quinze pièces de liquation qui entrent dans une fournée. Celles *b* se placent de manière que la partie cotée 1 porte contre les briques de la voûte du fourneau, & celle cotée 2 repose sur la pièce de liquation qui est dans l'un des côtés. La pièce de terre cuite cotée *a*, se place de manière que ses extrêmités cotées 1 portent sur deux pains, & la partie 2, qui ne doit avoir que trois pouces de longueur, descend entre ces pains, & les empêche de s'approcher.

PLANCHE VII.

Fourneau d'affinage ou de coupelle.

FIGURE 1re.

Plan du Fourneau au rez-de-chaussée.

1, maçonnerie ou massif de la base du fourneau; 2, les grands canaux d'évaporation; 3, murs du cendrier; 4, le cendrier.

FIGURE 2.

Plan supérieur du Fourneau.

1, mur du pourtour du fourneau; 2, la chauffe avec sa grille; 3, le passage de la flamme; 4, porte de la chauffe; 5, petits canaux pour l'évaporation de l'humidité, que l'on a exprimés par des lignes ponctuées; 6, voie ou passage de la litharge; 7, autre ouverture qu'on nomme bouche à feu, pour introduire du plomb dans le fourneau à mesure que la litharge tombe sur l'aire de la fonderie; 8, trou pour placer le canon ou buse de la trompe qui porte le vent dans le fourneau. Si ce sont des soufflets, il faut deux de ces trous pour y placer deux buses.

FIGURE 3.

Coupe du Fourneau & de la Chauffe.

1, murs du fourneau & de la chauffe; 2, grands canaux d'évaporation; 3, leurs pierres de couvercle; 4, petits canaux d'évaporation; 5, leur pierre de couvercle; lit de scories; 7, pavé en briques posées de champ; 8, bassin de la coupelle; 9, trou de la tuyère; 10, l'intérieur du fourneau; 11, celui de la chauffe; 12, le passage de la flamme; 13, le cendrier; 14, le chapeau de fer, avec son lut & son gruau pour l'enlever; 15, le trou ou bouche à feu.

PLANCHE VIII.

Plans, coupes & élévation d'un Fourneau à raffiner le cuivre, exécuté aux mines du Lyonnois.

FIGURE 1re.

Plan inférieur du Fourneau.

A fondations de maçonnerie.

B canaux pour empêcher l'humidité des fondations de monter dans le corps du fourneau; on les a ponctués, parce qu'ils sont au dessous du niveau du plan; ils communiquent en dehors par l'ouverture ou espèce de soupirail X.

C le cendrier.

D le soupirail par où entre l'air dans la chauffe; il est dirigé suivant les lignes ponctuées; c'est par là qu'on retire les cendres.

E l'escalier pour descendre au cendrier.

F le mur de la fonderie.

G les petites ventouses.

H forme du bassin rempli de scories autour des ventouses, & pardessus.

FIGURE 2.

Plan supérieur.

A ouverture de la cheminée qui monte perpendiculairement.

B la grille de la chauffe où l'on met le bois; cette chauffe se rétrécit avec un petit mur de briques, quand, au lieu de fagots, on emploie du bois de corde.

C la tuyère pour la direction du vent.

D deux soufflets de bois, doubles, dont on n'a dessiné qu'une partie.

E passage de la flamme.

F ouverture par où sort la flamme pour enfiler la cheminée.

G passage des scories; c'est l'ouverture par laquelle on décrasse le cuivre.

H petits murs en briques, entre lesquels on a laissé les passages pour les percées, & au devant desquels l'on met une brique.

I bassin où se raffine le cuivre.

K les deux bassins de percée ou de réception.

L canal de niveau qui communique aux deux bassins, & qui sert à recevoir le cuivre d'excédent qui couleroit plus abondamment d'une percée que de l'autre, & qui, sans cette précaution, se répandroit dans la fonderie.

M un troisième bassin au niveau du terrein, toujours rempli de charbonnaille, dont on ne se sert que lorsque la brasque du fourneau vient à se lever, & afin que le cuivre qui n'auroit pu couler dans les bassins de réception, puisse se rendre dans celui-ci.

FIGURE 3.

Coupe sur la ligne A B *du plan, dans laquelle on fait paroître la voûte du soupirail pour le passage de l'air dans la chauffe.*

A les fondations.

B canaux pour la sortie de l'humidité.

C le cendrier.

D soupirail voûté par où l'air entre dans la chauffe; on la ferme avec une porte de fer lorsque le vent est trop fort.

E l'escalier pour aller au cendrier.

F le mur de la fonderie.

G les petites ventouses inférieures.
H lit de scories.
I briques arrangées verticalement sur les scories.
K petite couche d'argille.
L lit de brasque qui se fait en trois couches.
M la chauffe ou réverbère.
N passage de la flamme.
O l'intérieur du fourneau.
P la voûte.
Q la plaque de la tuyère.
R sortie de la flamme. A cet endroit il y a une petite voûte indépendamment de la grande, étant sujette à réparation.
S premier conduit de la cheminée.
T Deuxième conduit qui monte obliquement & aboutit dans la grande cheminée perpendiculaire.
V la grande cheminée ; les lignes ponctuées marquent son ouverture pour la conduite de la flamme.
X porte qui se ferme avec une seule brique, faite avec de l'argille, de la paille hachée & de la bourre de veau ; elle ne s'ouvre point pendant l'opération. Les autres ouvertures sont bouchées de même.
Y petit mur de briques où se fait la percée du cuivre, & devant lequel on met une brique pour retenir ce métal.
Z bassin de réception.

FIGURE 4.

Coupe sur la ligne C D *du Plan.*

A maçonnerie des fondations.
B les canaux pour l'humidité ; ils communiquent en dehors par l'ouverture ou espèce de soupirail X.
C les petites ventouses inférieures.
D lit de scories.
E briques placées verticalement.
F petite couche d'argille.
G lit de brasque.
H petites ventouses supérieures pour la sortie de l'humidité.
I sortie de la flamme.
K intérieur du fourneau.
L voûte.
M conduit oblique qui aboutit à la grande cheminée.
N la grande cheminée.
O porte derrière la cheminée, par laquelle la flamme est poussée avec plus de vivacité.
P le bassin de réception.

FIGURE 5.

Elévation du Fourneau au dessus du niveau du terrein.

A l'ouverture de la chauffe par où l'on met le bois, & qui se ferme avec une porte de fer.
B ouverture par où l'on décrasse le cuivre, qui ne s'ouvre que pour retirer les scories, & que l'on referme aussi-tôt après.
C ouverture pour faciliter la manœuvre dans le fourneau, & par laquelle on y entre le cuivre noir, mais que l'on n'ouvre point pendant toute l'opération.
D ouverture entre deux petits murs de briques, par où l'on fait la percée.
E les deux bassins pour les percées.
F petite cheminée qui reçoit la flamme & la fumée qui sortent du fourneau lorsqu'on retire les scories ; son conduit est ponctué.
G mur de la fonderie, contre lequel appuie ladite cheminée.
H conduit oblique qui aboutit dans la grande cheminée.
I grande cheminée perpendiculaire.
K ouverture des petites ventouses. On verra par le dessin, que pour donner plus de solidité au fourneau, on l'a lié avec quelques liens de fer ; ceux des bassins de réception sont sur-tout indispensables.

FIGURE 6.

A B C *espèce de fourche de fer*, avec laquelle on retire le ringard de la percée, en l'appuyant contre son bouton, & frappant avec une masse.

AFFROS. Ce terme a été employé par les Chymistes, pour signifier *écume* ; il vient du grec ἀφρος. On en a tiré l'adjectif *affroton*, écumeux.

AFFINITÉ. On nomme ainsi en Chymie la force avec laquelle des corps de nature différente tendent à s'unir. Ce terme qui, dans le sens propre & originel, n'indique qu'une liaison voisine de la parenté, qui, dans le discours figuré, ne s'applique guère qu'à des rapports moraux ou métaphysiques, est aujourd'hui l'expression d'une action purement physique. L'usage en a passé dans toutes les Langues vivantes. Le *Verwandschaft* des Allemands, le *Fraendskap* des Suédois, répondent exactement à ce mot affinité ; on le retrouve avec sa terminaison idiomatique dans l'Italien, l'Anglois, &c. Cet usage n'est pas néanmoins fort ancien ; *Barchusen* est, si je ne me trompe, le premier qui l'ait introduit (1), mais Boërhaave a le plus contribué à le faire adopter, par le soin qu'il a pris d'exposer les raisons qui le déterminoient à emprunter ce langage (2). L'illustre Bergman a préféré l'expression *d'attraction élective*, comme indiquant, sans figure, le principe de la combinaison des corps, comme étant par cela même une

---

(1) *Arctam enim atque reciprocam inter se habent affinitatem* : c'est ainsi qu'il rend raison de la difficulté d'obtenir les principes chymiques dans toute leur pureté. *Pyros. l. 1, ch. 3.* Il dit ailleurs, en parlant de l'effervescence des acides avec les alkalis : *Sic & motus violentus fit à conjunctione acidi atque alkali ab amicis quàm arctissimè sibi cognatis, qui tertium eam ob causam tàm velocissimè extrudunt . . . . ut eo citiùs adinvicem congredi, combinandi scilicet causâ, possent.* ch. IV. axiom. I.

(2) Les termes dans lesquels s'exprime ce Grand-Homme, sont remarquables : *Particulæ solventes & solutæ se* AFFI-

dénomination plus conforme à la févérité qui convient à la Langue d'une fcience exacte. Je n'ai garde de m'écarter d'un plan auffi fage, ni même de révoquer en doute que ce que les Chymiftes ont nommé affinité, ne foit un effet qui procède immédiatement de la propriété qu'ont les corps de s'attirer réciproquement ; mais il y a toujours *attraction* entre toutes matières, & nous verrons bientôt qu'il n'y a pas toujours *affinité* : nous avons donc befoin d'un figne particulier qui fpécifie cette intenfité du pouvoir attractif dont dépendent les phénomènes chymiques ; c'en eft affez pour lui conferver le nom d'affinité, dont l'appropriation eft confacrée par une longue poffeffion, & qui exprime la même chofe en moins de mots, que celui d'attraction élective, que l'on pourra employer comme fynonyme. Le premier aura encore l'avantage d'être moins fignificatif pour les Chymiftes, s'il y en a, à qui l'identité de l'attraction & de l'affinité ne paroiffe pas encore bien démontrée.

Je donnerai d'abord dans cet article l'hiftoire des progrès de nos connoiffances dans la doctrine des affinités.

J'expoferai enfuite les principes phyfiques des affinités.

Les différentes manières de les confidérer, feront le fujet du 3ᵉ. paragraphe.

Je traiterai, en quatrième ordre, des anomalies apparentes qu'elles préfentent.

Je ferai connoitre, en cinquième lieu, leur utilité & leur application à la pratique de la Chymie.

Je propoferai enfin les moyens d'en rendre le fyftême plus complet, me réfervant de donner à l'article RAPPORTS, l'explication des tables d'affinité, lefquelles n'indiquant en effet que des quantités relatives d'une même puiffance, méritent de conferver ce nom.

§. I. *De la découverte des Affinités, & des progrès de nos connoiffances dans cette partie de la Chymie.*

Il eft bien certain que, dès que l'on a commencé à s'occuper des opérations de la Chymie, on a dû remarquer que tous les corps n'avoient pas une égale difpofition à s'unir. Pour expliquer cette diverfité d'actions, on emprunta cette penfée d'*Hippocrate* : ὁμοῖον ἔρχεται πρὸς τὸ ὅμοιον, fimile venit ad fimile (*de Morb. liv. IV.*), que ce pere de la Médecine avoit appliquée au triage des fucs de la terre par les végétaux, & à la nutrition des animaux, qui depuis avoit fervi de fondement à la fameufe hypothèfe des *Homoiomeries* d'Héraclite. L'ancienne École en tira cet axiome que l'on retrouve encore dans *Beccher* : que *les corps faififfent plus volontiers leurs femblables*, & on fuppofa en conféquence qu'il y avoit un principe femblable caché dans toutes les fubftances fufceptibles de combinaifon. D'autres imaginèrent, dans les diffolvans, des pointes plus ou moins fines, plus ou moins roides, & ainfi méchaniquement prédifpofées à s'engainer dans les pores de certains corps, & à tenir par-là leurs molécules fufpendues ; c'eft ce que foutenoit encore *Lemery*. *Bohnius* avoit parlé avant lui de la conformation refpective des parties d'une manière plus vague, & qui auroit pu s'entendre dans un fens plus exact, s'il n'avoit pas admis en même temps un principe de mouvement imaginaire. On trouve bien dans les Ouvrages de *Stahl* quelques explications dans lefquelles ce Chymifte rejetant l'hypothèfe des pures forces méchaniques, attribue la puiffance des menftrues au contact, à la cohéfion intime (1) ; il fit un premier pas & bien important, lorfqu'il confidéra dans les mixtes les fubftances différentes qui donnent prife à différens diffolvans, ces *latus* par lefquels tel ou tel corps pouvoit être attaqué, pour me fervir de fon expreffion, que nous avons long-temps empruntée, fans ofer la traduire ; on peut recueillir enfin de fes expériences grand nombre d'obfervations qui tendoient déjà à établir qu'une union formée ne pouvoit être rompue que par une union plus intime ; mais l'idée de raffembler ces faits, de les compléter pour fixer la mefure de ces degrés d'union, pour préparer des regles d'analyfe & de compofition, étoit réfervée à *Geoffroy* l'aîné.

Ce fut en 1718 que Geoffroy préfenta à l'Académie royale des Sciences de Paris, la premiere *Table* des degrés d'affinité, ou, comme il l'appelloit, *des différens rapports obfervés en Chymie entre différentes fubftances*, en prenant ce terme *rapport* comme l'équivalent de *convenance*, de *difpofition à s'unir*, qu'il lui fubftitue quelquefois, c'eft-à-dire, dans le même fens que nous empruntons aujourd'hui celui d'affinité.

Cette Table, que je me fais un devoir de con-

NITATE fuæ naturæ colligunt in corpora homogenea. Il ajoute un peu plus loin cette réflexion : *Non igitur hic etiam actiones mechanicæ, non propulfiones violentæ, non inimicitiæ cogitandæ, fed amicitia, fi amor dicendus copulæ cupido.* Après cela, il fait rentrer cette affection dans l'ordre des propriétés de la matiere brute, en l'appellant *vis..... virtus attractrix.* (*Elem. Chem. part. II, de Menftruis*). Cela n'a pas empêché le célèbre Pott de reprocher aux François cette expreffion, *Galli affinitatem loqui amant.* Venel a très-bien remarqué que les termes d'égalité, d'identité, employés par Pott, étoient moins conformes aux regles de la faine Philofophie, précifément parce qu'ils fpécifioient davantage une caufe dont on n'avoit encore aucune idée claire.

(1) *Combinationes quafcumque non aliter fieri quàm per arctam appofitionem, &c.* ce font les termes, *Specim. Becchr. fect. 1, n. 6.* Ce qu'il ajoute (*N°. 10.*) eft encore plus précis : *non per modum cunei, neque per modum incursûs in unam particulam feparandam, fed potiùs per modum apprehenfionis feu arctæ applicationis, &c.... eft indè rationi quàm maximè confentaneum, quòd effectus tales potiùs arctiori unione folventis cum folvente contingant, quàm nudâ & fimplici formali inftrumentali divifione.*

ferver

server dans cet Ouvrage, comme le type de toutes celles qui ont paru depuis, ne contenoit encore que dix-neuf colonnes, toutes remplies fort imparfaitement, & présentant des règles qui, pour la plupart, ont été changées ou modifiées; mais ces imperfections prouvent qu'au lieu de rassembler simplement les matériaux que son siècle lui avoit préparés, Geoffroy pensa à préparer lui-même une base aux matériaux que les siècles à venir pourroient acquérir, ce qui est bien plus glorieux. L'illustre Historien de l'Académie jugeoit bien l'influence de cette pensée, lorsqu'il dit: *plus la Chymie se perfectionnera, plus la Table de M. Geoffroy se perfectionnera aussi;* si nous sommes encore loin du but, nous avons du moins fait assez de progrès pour regarder cette opinion comme déjà vérifiée par l'événement.

Avant cette époque, la Chymie n'étoit guère que la tradition de quelques recettes dont le succès dépendoit d'une imitation servile, ou l'art de quelques procédés de routine pour tenter le hasard d'un produit nouveau; le premier âge de la science est celui où on a commencé à soupçonner la possibilité de remonter aux causes, & d'en déduire des effets que l'expérience n'avoit pas encore révélés: ces causes sont les différens degrés d'affinité; il est donc juste de faire ici mention de tous ceux qui ont travaillé avec succès, ou à enrichir les Tables des rapports de quelques observations importantes, ou à répandre quelques lumières sur la cause immédiate de l'affinité.

I. On trouve dans un Recueil de Dissertations, publié par M. *de Machy*, en 1774, une Table d'affinités en dix-neuf colonnes, que cet Auteur attribue à M. *Grosse*, & qu'il place à l'époque de 1730; on y remarque déjà quelques réformes & des additions.

En 1750, le célèbre Professeur de Freyberg, M. *Gellert*, donna, dans sa Chymie métallurgique, une nouvelle Table de rapports, portée à vingt-huit colonnes, où il renversa, on ne sait pour quelle raison, l'ordre naturel suivi par Geoffroy, en plaçant le plus près les substances qui ont le moins d'affinité & éloignant celles qui ont le plus de tendance à s'unir. Il fit une addition utile, en indiquant au bas de chaque colonne les corps qu'il avoit reconnu non solubles par la substance nommée en tête de cette colonne.

Il parut à peu près dans le même temps une autre Table dans la traduction de la Pharmacopée de Quincy, par M. *Clausier;* celle-ci est encore plus étendue, mais si mal ordonnée, que M. de Machy n'a pas daigné lui donner une place dans le Mémoire où il s'étoit proposé de les toutes réunir.

A. *Rudiger* inséra dans son Instruction systématique sur la Chymie, imprimée à Leipsick en 1756, une Table réduite à quinze colonnes, où les signes de l'alkali fixe & de la chaux sont placés à côté l'un de l'autre sous le signe des acides, & avant celui de l'alkali volatil; il indiqua avec assez d'exactitude, dans une petite Table particulière, les substances qui ne se combinoient pas, du moins sans intermède.

L'Académie de Rouen avoit proposé pour sujet de son prix, en 1758, de déterminer les affinités qui se trouvent entre les principaux mixtes, ainsi que Geoffroy l'avoit commencé, & de trouver un système physico-méchanique de ces affinités. Deux Dissertations furent couronnées; l'une, qui est celle de J. Ph. *de Limbourg*, comme ayant le mieux rempli la première condition du concours; l'autre, de M. *Lesage* de Genève, comme ayant traité supérieurement en Géomètre & en Physicien le méchanisme des affinités dont M. de Limbourg ne croyoit pas même la découverte possible: on verra bientôt lequel de ces deux Auteurs s'approchoit le plus de la vérité, ou de M. de Limbourg qui se bornoit à indiquer clairement l'attraction comme la cause des affinités, ou de M. Lesage, qui, cherchant à expliquer la cause même de l'attraction par la force impulsive des corpuscules ultramondains, se trouvoit obligé, pour en modifier les effets dans l'affinité, de recourir à la disposition, à la figure, à la grandeur des pores, comme capables de rendre plus ou moins facile le passage des corpuscules. Au surplus, la Table de M. de Limbourg, composée de trente-trois colonnes, étoit sans contredit à cette époque l'une des plus complettes & des plus exactes; il avoit très-bien vu que le zinc devoit être placé avant toutes les substances métalliques dans la colonne des acides, qu'il les précipitoit toutes, même par la voie seche; il n'avoit pas hésité de prononcer que la chaux & les alkalis caustiques agissoient par affinité sur les matières animales; il avoit eu soin d'indiquer quelques-uns des cas où l'ordre des affinités change par l'intervention de la chaleur, ou par la volatilité de l'une des substances. Il est juste d'observer que, lorsque M. de Limbourg rassembloit ces observations sur les affinités, le travail de M. Gellert ne lui étoit pas connu (1); & si la Table de ce dernier a été plus généralement répandue, plus souvent citée, on ne peut guère l'attribuer qu'à la célébrité qu'il avoit donnée à son école, & qui étoit bien propre à fixer l'attention des Chymistes.

On a justement reproché aux Auteurs de la partie chymique de la première Encyclopédie, de n'avoir fait aucun usage ni de la Table de M. Gellert, ni de celle de M. de Limbourg, dont ils ont parlé comme étant déjà publiée; ils se contentèrent d'introduire dans celle de Geoffroy la division des métaux en métaux solaires & métaux lunaires, d'ajouter le vinaigre, le tartre & le soufre dans les colonnes des terres & des alkalis, & de former de nouvelles

(1) La Traduction françoise de la Chymie métallurgique de M. Gellert, par M. le Baron d'Holbach, est de 1758.

colonnes pour y indiquer les affinités de l'esprit-de-vin avec l'eau, le camphre & les résines.

Il a paru depuis un assez grand nombre de Tables nouvelles, & pour ne citer ici que les Auteurs qui en ont embrassé le système général, je nommerai Phil. Ambrof. *Marrher*, en 1762, M. *de Fourcy*, en 1773, M. *de Machy*, dans son Recueil de Dissertations publié en 1774, *Erxleben* & M. *Weigel*, en 1775, & M *Wiegleb*, dans son Manuel de Chymie, imprimé à Berlin en 1781. Mais les Tables de l'illustre Bergman sont regardées, à juste titre, comme ce qu'il y a jusqu'à présent de plus parfait en ce genre, soit pour le nombre des substances dont les affinités sont déterminées, & qu'il a successivement portées à 45 & à 59, d'après ses propres expériences sur des matières nouvellement découvertes; soit par le soin qu'il a pris de soumettre les faits anciens à un examen plus scrupuleux; soit enfin par la distinction exacte des affinités par la voie humide & par la voie sèche, des affinités simples & des affinités doubles, distinction qui a donné la solution d'un très-grand nombre d'anomalies apparentes. Ce fut en 1775 que M. Bergman publia pour la première fois sa Dissertation des attractions électives dans les nouveaux actes de la Société Royale d'Upsal; on retrouve ses Tables dans la courte Introduction à la Chymie qu'il plaça, en 1779, à la suite des Leçons de Scheffer; & il ne cessa depuis de s'appliquer à les perfectionner jusqu'en 1783, époque de la publication du troisième volume de ses Œuvres, dont cette Dissertation occupe la plus grande partie.

On verra dans la suite les raisons qui obligent de refaire aujourd'hui les Tables mêmes du savant Professeur d'Upsal, pour les mettre d'accord avec quelques expériences fondamentales qu'il n'a pas connues, ou dont il n'avoit pu du moins recueillir que les premiers traits de lumière. Mais ces Tables sont encore si utiles dans la pratique, le nom de ce Chymiste ajoute un si grand poids à ces observations, que je me fais un devoir de les consigner dans cet Ouvrage telles qu'il les a laissées. Elles seront placées à la suite de celles de Geoffroy & de Gellert; une Table d'affinités étant le résultat de toutes les connoissances acquises au moment de sa rédaction, la réunion des trois que je viens de nommer, mettra le Lecteur à portée de saisir d'un coup d'œil l'histoire des progrès de la science à ces trois époques différentes. Il ne me restera plus après cela qu'à recueillir & examiner quand l'occasion s'en présentera les vues de perfection & les opinions particulières des autres Savans qui se sont occupés des affinités en général, ou spécialement des affinités de quelque substance.

Je ne veux pas dissimuler qu'il s'est trouvé jusques dans ces derniers temps des Chymistes, qui, confondant ou affectant de confondre un corps d'observations rapprochées avec un système enfanté par l'imagination, se sont élevés avec amertume contre ceux qu'ils ont appellés *des faiseurs de Tables*; mais de semblables opinions ne doivent occuper dans notre histoire qu'autant de place qu'il est nécessaire pour retenir, s'il est possible, par une pudeur salutaire, ceux qui seroient de même tentés de fermer les yeux à la lumière, & j'ai regret que le célèbre Macquer leur ait donné une attention qui ne pouvoit d'ailleurs servir qu'à les préserver quelques instans de l'oubli auquel elles étoient destinées en naissant.

II. Pour ce qui est de la cause immédiate des affinités, nous avons déjà annoncé que les Anciens n'en avoient pas eu une juste idée. *Newton* est le premier qui ait dit que la dissolution & l'affinité procédoient de l'attraction (1), & cette opinion n'a guère trouvé de Sectateurs que parmi ses Disciples, & même plutôt parmi les Physiciens que parmi les Chymistes. La plupart des derniers n'ont cessé de la combattre, ils ont hautement reproché aux Anglois leur attachement à un système sans vraisemblance, qui les forçoit d'appliquer les loix des masses aux affections des petits corps. *Venel* a encore consigné dans les articles *Chymie* & *Menstrue* de la première Encyclopédie, les traces de sa répugnance à admettre toute explication mathématique ou physique des affinités; il ne les considéroit que comme des sympathies ou des qualités occultes.

A la vérité, Newton paroit n'avoir pas vu la possibilité de faire servir à l'explication des affinités la loi générale de la gravitation, il étoit même quelquefois tenté d'admettre *d'autres* forces *attractives* ou *répulsives* (2); & le célèbre Clairaut, s'appuyant de son autorité, soutenoit encore contre M. de Buffon, en 1745 (3), que la loi du quarré des distances n'étoit pas la seule, que les phénomènes les plus à

(1) Ce grand Homme s'exprime ainsi, en parlant de la nature des acides (*Opuscul. XX*): *Vi magnâ attractivâ pollent & in hâc vi consistit eorum activitas quâ & corpora dissolvunt & organa sensuum agitant & pungunt ...... acidum dicimus quod multùm attrahit & attrahitur.* Il distingue les differens degrés de cette attraction ou de l'affinité, soit lorsqu'il suppose les acides formés d'une terre subtile, soit lorsqu'il compare l'attraction des parties du dissolvant entre elles, & l'attraction qu'exercent les parties du dissolvant sur les parties du corps à dissoudre: *Relictâ scilicet terrâ subtili cui adhærebant, ob majorem attractionem ad liquidum linguæ .... in omni solutione per menstruum particulæ solvendæ magis attrahuntur à partibus menstrui, quàm à se mutuò.*

(2) Voici la conclusion qu'il tire à la fin du troisième livre de son Optique, après avoir rapproché les principaux faits de dissolution, de précipitation & de crystallisation: « La marche de la nature est donc très-simple & toujours conforme » à elle-même, puisqu'elle produit tous les grands mouvemens des corps célestes par la gravitation ou l'attraction réciproque de ces corps, & presque tous les petits mouvemens des particules des corps par d'autres forces attractives & » répulsives réciproques entre ces particules. »

(3) Voyez les Mem. de l'Acad. Roy. de Sciences de cette année.

notre portée, tels que la forme ronde des gouttes de fluide & l'ascension des liqueurs dans les tuyaux capillaires, demandoient une autre loi. Mais quelques années après, l'illustre Buffon produisit cette belle pensée que j'aurai occasion de développer dans la suite de cet article, qui fit comprendre comment les attractions prochaines pouvoient varier à raison des figures (1); & le plus grand nombre des Chymistes satisfait d'une théorie qui se relioit d'une manière si simple à la physique du monde, ne s'est plus occupé qu'à en étendre les applications.

Le célèbre *Macquer* a bien mérité d'être cité parmi ceux qui ont senti les premiers la nécessité de ramener les phénomènes chymiques à ces loix générales; il écrivoit son excellent article *pesanteur*, à peu près dans le même temps que Venel dénonçoit comme une témérité inutile, le projet de s'élever à la connoissance de la théorie de l'affinité.

J. Ph. *de Limbourg*, dans la Dissertation déjà citée, ne se borna pas à combattre les hypothèses absurdes qui rapportoient l'affinité à une identité des parties, ou à de pures configurations méchaniques, il en chercha l'explication dans la propriété essentielle à tous les corps de s'attirer réciproquement (2); & il étoit sans doute bien peu éloigné du but, lorsqu'il assignoit comme une seconde condition de l'affinité, *une similitude de parties qui les dispose à s'approcher suffisamment & par le plus de surface possible pour exercer leur attraction réciproque*.

En 1772, on éleva des doutes sur la cause de l'adhésion des surfaces, & l'expérience authentique par laquelle j'en donnai la solution (*voyez* ADHÉSION) me laissa, en quelque sorte, l'avantage de produire comme une vérité nouvelle ce que Newton avoit annoncé de la puissance de cette adhésion dans le vuide, ce qu'il avoit prouvé par la suspension du mercure à 70 pouces dans un tube de verre purgé d'air (3), & que les plus célèbres Physiciens avoient absolument perdu de vue. La comparaison des forces inégales d'adhésion de différens corps entre eux me servit bientôt après à établir une suite de rapports constans entre les phénomènes de l'adhésion & ceux de l'affinité, & à donner une valeur numérique à quelques affinités du mercure avec les métaux.

Le nom d'attraction élective donné par *Bergman* à l'affinité annonce assez le principe sur lequel il en a fondé l'explication, il la déduit réellement de l'attraction newtonienne, il indique les circonstances qui en font varier les effets dans les dissolutions & les précipitations; il a prévu tout l'avantage que la Chymie pouvoit retirer de l'expression des affinités en nombre & de la détermination des figures des molécules qui s'unissent; personne en un mot n'a plus contribué à répandre cette doctrine, & n'en a multiplié les applications avec plus de justesse & de sagacité.

Il est donc vrai qu'à dater du milieu du siècle présent, & sur-tout depuis environ une douzaine d'années, tous ceux qui se sont occupés un peu sérieusement de la résolution de ce grand problême, ont cherché dans la gravitation universelle la cause physique des affinités, quelle qu'ait été d'ailleurs leur manière de les considérer, & je dois encore citer à ce sujet *Erxleben* (4); M. *Achard* qui a observé & calculé les forces d'adhésion d'un grand nombre de substances (5), M. *Wenzel* dont les travaux ont embrassé la composition de tous les sels connus (6), MM. *Weigel* (7), *Wiegleb* (8), *Succow* (9), *Lubbock* (10), *Hielm* (11), & en dernier lieu le célèbre *Kirwan*, qui, par des expériences ingénieuses, a tenté d'ouvrir une nouvelle route pour définir l'expression de la puissance attractive dans les phénomènes chymiques.

Telle a été la marche de l'esprit humain dans la recherche des vérités qui devoient servir de fondement à toute la Chymie; après en avoir tracé rapidement l'histoire, il faut donner une connoissance plus entière de cette théorie par l'exposition des principes sur lesquels elle est appuyée, & des faits déjà très-nombreux qui en vérifient les conséquences.

§. II. *Des principes physiques des affinités.*

La pesanteur ou la gravitation des corps qui ne fut d'abord observée que comme un fait particulier, est reconnue présentement par tous les Pyhsiciens comme un effet général; c'est ce qu'ils expriment très-clairement en ces termes: *toute matière s'attire réciproquement*, & de là viennent très-certainement la régularité des mouvemens des corps planétaires, la chûte des graves, les hauteurs des marées, l'oscillation du pendule, & tant d'autres phénomènes que l'homme a soumis au calcul. Que ce soit une propriété essentielle de la matière, ou qu'e ce ne

(1) Seconde vue de la Nature, tom. XIII, de l'Hist. Natur. Paris, 1765.
(2) C'est ainsi qu'il dit dans sa Note sur le §. XI, *une goutte de mercure est presque ronde sur le papier, un peu applatie sur le verre, & plus encore sur les surfaces métalliques.*
(3) Voyez le troisième livre de son Optique, quest. XXXI.
(4) Anfangsgrunde der Chemie. 1775.
(5) Chymisch-Physische Scriften. 1780.
(6) Lehre von der Verwandhaft der Korper. 1776.
(7) Grundrifs der Reinen und Angewandten Chemie. 1777.
(8) Handbuch der Allgemeinen Chemie. 1781.
(9) Anfangsgrunde der Œconomischen und Technischen Chemie. 1784.
(10) De Principio Soribili, &c. 1784.
(11) Intraedes-Tal om Methoden uti Chemien och dess Visshet. 1785.

soit que l'effet de l'impulsion de quelque fluide subtil, comme le soutiennent encore quelques-uns sur le fondement que cette attraction répugne à l'idée de distance, & que la matière ne peut agir où elle n'est pas ; c'est ce dont il seroit inutile de s'occuper ici, nous ne cherchons pas les causes des causes, il nous suffit de bien connoitre cet effet général, & puisqu'on est parvenu à en déterminer les loix, d'en déduire, si nous le pouvons, l'explication des mouvemens des molécules qui s'unissent ou se séparent suivant ce qu'on appelle leur affinité, & produisent ainsi les combinaisons, les précipitations, les crystallisations, en un mot, tous les changemens qu'éprouvent les corps qui sont le plus à notre portée

On comprend que cette force de gravitation est nécessairement *en raison directe des masses*, ou proportionnelle à la quantité de matière, indépendamment de son volume ou de l'espace qu'elle occupe; cette proposition n'est pas susceptible de difficultés.

Il est une autre loi de la gravitation tout aussi importante, & qu'il n'étoit pas aussi aisé de découvrir ; c'est la mesure de l'accroissement de cette puissance par la proximité, & de son affoiblissement par la distance. Newton l'a déterminée pour les grandes masses, & toutes les observations faites depuis cette époque n'ont servi qu'à la confirmer. Elle consiste dans l'expression du rapport de la force d'attraction à la distance des corps qui l'exercent réciproquement l'un sur l'autre ; le plus considérable attirant à lui le plus petit. C'est ce que l'on traduit ordinairement en langage mathématique par cette proposition : *la matière s'attire en raison inverse du quarré de la distance* ; par laquelle on n'entend dire autre chose, si ce n'est qu'un plomb, par exemple, suspendu à deux toises d'une montagne, en sera quatre fois moins attiré que s'il n'en étoit éloigné que d'une toise, parce qu'en supposant que dans le dernier cas l'attraction soit 1, elle décroitra dans le premier dans le rapport de 4 à 1, 4 étant le quarré de 2.

Mais si la justesse de cette loi se démontre rigoureusement par son application à tous les cas où la distance peut recevoir l'expression d'une mesure sensible, il n'en est pas de même quand les corps se touchent. Comment une même force d'attraction peut-elle servir à expliquer tous les effets infiniment variés que nous présentent les phénomènes chymiques ? Comment une loi qui n'est faite que pour indiquer des rapports proportionnels aux distances, peut-elle s'appliquer aux affinités qui supposent le contact ou la privation de distance ? Voilà ce qu'il falloit découvrir, ce qu'il falloit du moins rendre compréhensible. On jugera sans doute que l'illustre Buffon a heureusement préparé la solution de cette grande question dans ce passage de sa seconde vue de la nature, que l'importance de la matière me détermine à rapporter tout entier, dans ses propres expressions.

« Les loix d'affinité par lesquelles les parties constituantes de ces différentes substances (*du regne minéral*) se séparent des autres pour se réunir entre » elles & former des matières homogènes, sont les » mêmes que la loi générale par laquelle tous les » corps célestes agissent les uns sur les autres ; elles » s'exercent également & dans les mêmes rapports » des masses & des distances : un globule d'eau, » de sable ou de métal agit sur un autre globule » comme le globe de la terre agit sur celui de la » lune : & si jusqu'à ce jour l'on a regardé ces loix » d'affinité comme différentes de celles de la pesanteur, c'est faute de les avoir bien conçues, bien » saisies, faute d'avoir embrassé cet objet dans toute » son étendue. La figure, qui dans les corps célestes » ne fait rien ou presque rien à la loi de l'action » des uns sur les autres, parce que la distance est » très-grande, fait au contraire presque tout lorsque la distance est très-petite ou nulle. Si la lune » & la terre, au lieu d'une figure sphérique, avoient » toutes deux celle d'un cylindre court, & d'un » diamètre égal à celui de leurs sphères, la loi de » leur action réciproque ne feroit pas sensiblement » altérée par cette différence de figure, parce que » la distance de toutes les parties de la lune à celles » de la terre n'auroit aussi que très-peu varié ; mais » si ces mêmes globes devenoient des cylindres très-étendus & voisins l'un de l'autre, la loi de l'action » réciproque de ces deux corps paroîtroit fort différente, parce que la distance de chacune de leurs » parties entre elles, & relativement aux parties de » l'autre, auroit prodigieusement changé ; ainsi, dès » que la figure entre comme élément dans la distance, la loi paroît varier, quoiqu'au fond elle » soit toujours la même.

» D'après ce principe, l'esprit humain peut encore faire un pas, & pénétrer plus avant dans le » sein de la nature : nous ignorons quelle est la figure des parties constituantes des corps ; l'eau, » l'air, la terre, les métaux, toutes les matières homogènes sont certainement composées de parties » élémentaires semblables entre elles, mais dont la » forme est inconnue ; nos neveux pourront, à l'aide » du calcul, s'ouvrir ce nouveau champ de connoissances, & savoir à peu près de quelle figure » sont les élémens des corps ; ils partiront du principe que nous venons d'établir, ils le prendront » pour base : *toute matière s'attire en raison inverse* » *du quarré de la distance, & cette loi générale ne paroît varier dans les attractions particulières que par* » *l'effet de la figure des parties constituantes de chaque* » *substance : parce que chaque figure entre comme élément dans la distance.* Lorsqu'ils auront donc acquis, » par des expériences réitérées, la connoissance de » la loi d'attraction d'une substance particulière, ils » pourront trouver par le calcul la figure de ses » parties constituantes. Pour le faire mieux sentir, » supposons, par exemple, qu'en mettant du vif-argent sur un plan parfaitement poli, on reconnoisse par des expériences que ce métal fluide » s'attire toujours en raison inverse du cube de la » distance, il faudra chercher, par des règles de » fausse position, quelle est la figure qui donne cette

» expreſſion ; & cette figure ſera celle des parties » conſtituantes du vif-argent ; ſi l'on trouvoit par » ces expériences que ce métal s'attire en raiſon in- » verſe du quarré de la diſtance, il ſeroit démontré » que ſes parties conſtituantes ſont ſphériques, puiſ- » que la ſphère eſt la ſeule figure qui donne cette » loi, & qu'à quelque diſtance que l'on place des » globes, la loi de leur attraction eſt toujours la » même (1).

» Newton a bien ſoupçonné que les affinités chy- » miques, qui ne ſont autre choſe que les attrac- » tions particulières dont nous venons de parler, ſe » faiſoient par des loix aſſez ſemblables à celles de » la gravitation ; mais il ne paroit pas avoir vu que » toutes ces loix particulières n'étoient que de ſimples » modifications de la loi générale, & qu'elles n'en » paroiſſoient différentes que parce qu'à une très pe- » tite diſtance la figure des atomes qui s'attirent, » fait autant & plus que la maſſe pour l'expreſſion » de la loi, cette figure entrant alors pour beaucoup » dans l'élément de la diſtance. »

Les variétés des figures des parties conſtituantes peuvent donc varier les effets de l'attraction prochaine, de manière que ſa loi étant la même que celle de la peſanteur ou de la gravitation univerſelle, elle préſente néanmoins des cas qui ſe refuſent à nos calculs : c'eſt l'opinion que Bergman a adoptée, qu'il a défendue par la même raiſon de l'influence de la poſition, de la forme des molécules (2) ; & le célèbre Macquer entrant dans les mêmes vues, remarque très-bien que la gravitation étant une propriété eſſentielle de la matière, ſon effet ne doit point ſe borner aux corps d'une très-grande maſſe & ſéparés les uns des autres par des diſtances immenſes, mais qu'il doit néceſſairement avoir lieu auſſi entre les plus petits atomes de matière, à des diſtances infiniment petites, & par conſéquent dans les combinaiſons & diſſolutions chymiques. « Quoi- » que nous ne puiſſions (ajoute-t-il) connoître au » juſte ni les volumes, ni les maſſes, ni les formes, » ni les diſtances des parties conſtituantes des corps, » nous les voyons agir les unes ſur les autres, s'u- » nir entre elles ou ſe ſéparer, adhérer les unes » aux autres avec plus ou moins de force, ou re- » fuſer de ſe joindre, & on ne peut guère ſe re- » fuſer à croire que ces différens phénomènes ne » ſont que les effets d'une même force, telle par » exemple que la gravitation réciproque de ces pe- » tits corps les uns ſur les autres, laquelle ſe trouve » modifiée de beaucoup de manières différentes par » leur grandeur, leur denſité, leur figure, l'éten- » due, l'intimité de leur contact, ou la diſtance plus » ou moins petite à laquelle ils peuvent s'appro- » cher (3). »

Quelqu'impreſſion que puiſſe faire l'accord de ces opinions, quelqu'évidence que porte avec ſoi cette propoſition, que dans les attractions prochaines la figure doit varier les effets de cette puiſſance, j'avouerai que l'on n'eſt pas encore parvenu à donner la ſolution rigoureuſe d'aucun cas d'affinité, en lui appliquant la loi du quarré des diſtances, ſimplement modifiée par la figure ; je ne veux pas même diſſimuler que pluſieurs Mathématiciens célèbres, en admettant toujours avec nous que l'affinité n'eſt qu'un effet de l'attraction, ſoutiennent qu'elle ſuit ici une loi différente ; que la loi du quarré des diſtances ne peut ſervir à rendre raiſon des phénomènes d'attraction au contact, de quelque manière qu'on la ſuppoſe modifiée par la figure des molécules ; en un mot, qu'il y a néceſſairement d'autres loix dans la nature, que ſuivent les attractions prochaines & qui reſtent à découvrir : mais je ſuis intimement convaincu que ce ſeroit s'écarter de la vraie route, que de reconnoître & de ſuppoſer une autre loi, ou, pour mieux dire, une autre force d'attraction ; que toutes nos recherches doivent ſe diriger au contraire vers les moyens de concilier la gravitation univerſelle avec l'intenſité de puiſſance de nos affinités : les réflexions ſuivantes me paroiſſent propres à ſoutenir cette conviction.

1°. Si l'on approche deux corps de manière qu'ils ſe touchent au moins en quelques points, il y a une force qui les retient collés l'un à l'autre ; cette force a lieu, qu'ils ſoient ou non de nature ſemblable, elle rend actuellement nulle la gravitation au centre de la terre tout de même que l'affinité, elle varie ſuivant les différens corps comme les affinités & dans un ordre qui correſpond aux affinités connues des ſubſtances qu'on emploie : ce ſont autant de vérités dont on trouvera les preuves raſſemblées à l'article ADHÉSION, tellement que dans tous les cas où l'adhéſion peut être déterminée ſans erreur ſenſible, les ſommes des réſiſtances à la ſéparation doivent

(1) On verra, dans la ſuite de cette Section, que les molécules ſphériques donnent elles-mêmes, à toute diſtance où la figure peut influer, un accroiſſement de force très-ſupérieur à celui qui réſulteroit, ſuivant cette loi, du rapprochement des centres de gravité.

(2) *Ille verò ad unionem niſûs qui inter quævis in telluris ſuperficie vicina obſervatur, & attractio propinqua vocari poteſt (cùm exiguas tantùm ſollicitet moleculas, idque vix intrà contactum, dùm longinquam immenſo ſpatio ingentes cogit moles) aliis omninò regulis adſtricta videtur : videtur, inquam, nam res fortè circumſtantes omnem efficiunt differentiam. Scilicet reſpectu immanis diſtantiæ diametri evaneſcunt, adeò ut corpora cæleſtia plerumque inſtar punctorum gravium conſiderari poſſint, eorum verò quæ propinqua ſunt, longè alia eſt ratio ; etenim non ſolùm totius, ſed partium quoque figura & ſitus attractionum effectus magnoperè variant. Hinc quantitates quæ pro loginquis negligi poſſunt, legem attractionum propinquatum notabiliter immutant.* Opuſcul. Diſſertat. XXXIII, §. Iᵉʳ.

(3) Diction. de Chymie, *art.* Peſanteur.

être regardées comme l'expression exacte des rapports d'affinité entre ces mêmes substances, ou de leur tendance à s'unir.

Que l'adhésion soit un effet de l'attraction, c'est ce dont il n'est pas possible de douter, depuis que j'ai fait voir que la pression de l'athmosphère n'y avoit absolument aucune part.

J'ajouterai ici une observation que j'ai eu occasion de faire depuis, & qui peut servir à confirmer ce que j'en ai dit. Que l'on mette sur un plan horisontal, par exemple sur un plateau de glace, un globule de mercure du poids d'environ 60 grains, & que l'on abaisse perpendiculairement une tige de fer jusqu'à sa surface : si les choses sont disposées de manière qu'à l'aide d'une vis très-lente on puisse relever doucement la tige de fer sans lui imprimer aucun autre mouvement, on parviendra à l'éloigner d'une demi-ligne & plus, sans que le mercure cesse d'être en contact, tellement que l'espace intermédiaire sera rempli par un petit cylindre de mercure, qui subsistera jusqu'à ce que les circonstances changent par l'augmentation de la distance ou par quelque percussion : je n'ai pas besoin de faire remarquer que ce n'est ici en effet qu'une simple adhésion, puisqu'on sait qu'il n'y a pas affinité entre le fer & le mercure.

Maintenant si l'on cherche quelle est la loi suivant laquelle cette puissance croît ou décroît, on juge bientôt que la loi du quarré des distances ne lui convient pas plus qu'à l'affinité ; que cette loi, même en y faisant entrer les modifications par la figure des molécules, est tout aussi insuffisante ; en un mot, qu'avec ces simples données, on ne peut établir des calculs qui correspondent aux effets. L'intensité de cette force au contact est également incompréhensible, & le phénomène si familier de l'ascension des fluides dans les tubes capillaires, qui n'est qu'une adhésion, n'a pas paru jusqu'à ce jour susceptible de l'application de la loi de gravitation. Les Physiciens, qui sont disposés à admettre une loi plus élevée que celle du quarré, n'hésiteront donc pas de comprendre dans les cas qui en dépendent, les adhésions & les affinités, car il n'y a plus moyen de les séparer d'après ce que j'ai dit précédemment, & si l'on avouoit que l'adhésion résulte de la loi ordinaire de la gravitation universelle, il faudroit en dire de même de l'affinité, quoiqu'on n'eût pas trouvé le moyen d'en déduire une explication satisfaisante.

Mais en admettant une loi différente qui serve également pour les cas d'adhésion & pour ceux d'affinité ; on retrouve d'autres difficultés. Il y a souvent adhésion entre des corps qui ne manifestent aucune affinité, l'eau & le verre, l'huile & l'eau, le mercure & le fer en fournissent des preuves non équivoques ; on verra à l'article *Adhésion*, que le mercure, par exemple, adhere à l'étain avec une force qui est à la force avec laquelle il adhère au cobalt :: 418 : 8 ; or je demande s'il y a plus loin de ces deux effets que de la pesanteur à l'adhésion, & s'il est plus aisé de concevoir la différence d'intensité d'une même action dans ces divers phénomènes ; je demande s'il seroit moins embarrassant de les soumettre au calcul dans l'hypothèse de quelque loi que ce fût ; je demande enfin si la densité se trouvant, comme dans l'exemple indiqué, en raison inverse des attractions (le cobalt étant spécifiquement plus pesant que l'étain), il n'y auroit pas égale raison de supposer que la loi de l'affinité n'est pas non plus celle de l'adhésion ? Mais que seroit, dans ce sens, une autre loi, sinon une autre cause, une autre propriété de la matière, qui n'auroit plus rien de commun avec la propriété générale, puisqu'elle ne seroit plus proportionnelle ni aux densités ni aux distances ?

Remarquons encore qu'en supposant une loi particulière pour l'adhésion, il en résulteroit que toute superposition de deux corps devroit produire sur-le-champ une résistance sensible, tandis que cette force ne se manifeste que quand il y a une certaine quantité de points de contact ; rappellons-nous ce que j'ai dit ailleurs, d'après M. Bailly, que ce que nous nommons contact, n'est le plus souvent qu'une plus grande proximité, & nous conviendrons qu'il est bien plus raisonnable de penser que, comme il n'y a qu'une seule cause d'attraction, cette attraction ne suit aussi qu'une seule loi ; puisque nous ne connoissons pas mieux les circonstances qui en modifient les effets, dans les cas où elle est évidemment la même que dans ceux où l'on est tenté d'en admettre une différente, il est plus sûr de s'en tenir à l'hypothèse qui explique ces modifications d'une loi qui existe certainement, que d'imaginer une loi nouvelle dont l'existence n'est pas prouvée, une loi que l'on n'a pas encore pu définir, même hypothétiquement, & qui cesse d'être nécessaire par la seule possibilité de concevoir sans elle les phénomènes que l'on lui attribue.

2°. Indépendamment de l'adhésion & de l'affinité, nous considérons encore dans les effets qui résultent de l'attraction, la *cohésion*, c'est-à-dire, cette force qui réunit actuellement les parties d'un corps homogène, & qui produit sa solidité ou la résistance de ses parties à leur désunion. Cette force ne diffère de l'affinité qu'en ce qu'elle s'exerce sur des molécules semblables ; elle diffère de l'adhésion, en ce que ces molécules ne se touchent pas seulement par l'une de leurs surfaces ; elle paroit ne s'écarter aussi de la gravitation, comme l'adhésion & l'affinité, que par l'intensité de sa puissance : voilà sans doute assez de raisons pour la ranger sous une loi commune. Cependant, dès qu'on veut en suivre la marche dans les effets comparés, la trace se perd bientôt, & si la difficulté de tout ramener à la loi commune étoit un motif d'en créer de nouvelles, nous en aurions bientôt autant qu'il y a de phénomènes non encore expliqués.

Je dis que dans l'état de nos connoissances la loi de l'adhésion & de l'affinité ne se refuse pas moins à l'explication de la cohésion, que celle de la gravitation universelle ne se refuse à l'explication de l'affinité ; en effet, il est reconnu que la cohésion, tou-

jours plus forte que l'adhésion, est quelquefois inférieure, quelquefois supérieure à l'affinité, sans que la densité des masses puisse rendre raison de ces différences ; c'est ainsi que l'acide nitreux fait cesser la cohésion de l'argent, tandis que la cohésion du silex, qui est quatre fois moins dense, résiste à son action ; nous ne sommes donc pas mieux fondés à imaginer que ces effets dépendent d'une seule & même loi, ou plutôt nous n'avons d'autre moyen de les y ramener, qu'en la supposant modifiée par des circonstances absolument analogues à celles qui modifient aussi la loi générale dans les cas d'affinité. Il y a plus, que l'on approche deux gouttes d'eau, deux globules de mercure jusqu'à ce qu'ils se touchent en un seul point, bientôt ils ne formeront qu'une seule goutte, qu'un seul globule ; c'est ce que l'on nomme, comme nous le verrons, affinité d'aggrégation, & ces expressions représentent assez bien le fait ; mais elles ne donnent aucune idée de la loi qui le détermine : pour moi, il me semble évident que ce n'est pas la loi de l'adhésion, elle ne convient proprement qu'à l'action qu'exercent réciproquement les unes sur les autres des molécules juxtaposées : ce ne peut être la loi d'affinité, dans le sens que l'on l'entend, quand on veut la distinguer de la gravitation ; car alors son action ne peut s'étendre au-delà de la saturation respective des parties qui peuvent s'approcher : ce n'est en un mot aucune loi particulière pour les attractions prochaines, il y auroit une contradiction manifeste à la supposer exclusivement faite pour le contact, & à lui attribuer en même temps la sphéricité de l'aggrégat, laquelle est nécessairement le produit d'une puissance qui dispose les molécules autour d'un centre commun, & qui porte médiatement son action sur celles qui se trouvent placées à l'extrémité du rayon, c'est-à-dire à une distance déjà très-sensible du centre de gravité. Ces phénomènes d'aggrégation nous présentent cependant la même intensité de puissance qui suspend, qui est capable de vaincre l'attraction au centre de la terre, qui paroit exiger une loi différente ; & si la condition de la loi appropriée à cette intensité répugne à son application au cas particulier, de quel droit l'appliqueroit-on à d'autres cas où l'on n'a que la même raison de la supposer ?

Pour avoir une image plus sensible du phénomène dont il s'agit, ou, pour mieux dire, une mesure de cette force, qui enchaîne autour d'un centre les molécules éloignées de ce centre, que l'on mette une certaine quantité de mercure sur un marbre bien dressé & posé horisontalement, que l'on place ensuite sur ce globule applati de mercure une lame de verre mince, on n'appercevra pas encore une diminution bien remarquable dans l'épaisseur de la masse de mercure ; mais si on charge successivement de poids la lame de verre, le globule de mercure deviendra de plus en plus mince, & acquerra de l'étendue en même proportion ; enfin, si l'on ôte les poids qui chargent la lame de verre, le mercure reprend sur-le-champ la même forme qu'il avoit avant qu'on eût ajouté ces poids, & éloigne ainsi la lame de verre elle-même du centre des graves, jusqu'à ce que la force de gravitation & celle d'aggrégation se trouvent en équilibre. Cet effet n'a pas seulement lieu avec des gouttes & des globules ; car si l'Ouvrier qui charge une glace qu'il a mise en contact avec le mercure pour lui faire prendre l'étamage, ôte les poids qu'il y avoit mis, avant qu'elle soit descendue sur la feuille d'étain, elle se relève & la couche de mercure reprend sa première épaisseur, en rappellant la portion qui dépassoit les bords & qui étoit prête à se séparer. Il est aisé de concevoir que les parties du fluide qui se trouvent sur les côtés sont fixées & retenues par l'attraction des parties homogènes qu'elles touchent, & c'est là sans doute ce qui suspend l'effet de leur pesanteur, condition sans laquelle l'attraction au centre de gravité de cette petite masse seroit impuissante ; mais on ne fera sûrement pas entendre que ce soit en vertu d'une force exclusivement inhérente au contact de ces parties entre elles, qu'elles se rapprochent d'un centre éloigné, qu'elles s'entassent les unes sur les autres & reprennent en hauteur ce qu'elles avoient en étendue. En un mot, il est évident que les molécules d'un corps quelconque se touchent dans un nombre de points d'autant plus considérable, que la masse présente extérieurement moins de surface ; l'attraction qui la ramène spontanément à cette forme, fait donc réellement que les molécules se touchent par plus de points qu'auparavant ; elle ne le fait qu'autant que son action s'exerce à quelque distance ; elle produit donc le contact plutôt qu'elle n'emprunte sa force du contact.

Cet effet de la cohésion se rend sensible dans un grand nombre d'opérations familières ; je n'en citerai qu'un seul exemple bien connu de ceux qui font usage de pèse-liqueurs métalliques, construits suivant les principes de Farenheit. Quand on plonge dans l'eau cet instrument, si, au lieu de l'enfoncer jusqu'au point auquel il doit se soutenir, on l'abandonne à lui-même, il s'arrête un peu au dessous du bout supérieur du cylindre, quoique lesté suffisamment pour n'être en équilibre que vers le milieu de sa tige ; & j'ai souvent éprouvé que pour le faire descendre il falloit une force additionnelle de 18 grains pour un pèse-liqueur qui déplaçoit 2990,75 grains d'eau distillée, à la température de 10 degrés. On ne peut douter que cette résistance qui intervertit l'ordre de gravitation, ne vienne principalement de la force de cohésion des parties de l'eau sur elles-mêmes, plus grande que l'attraction de l'eau au métal : aussi voit-on distinctement les parties de l'eau qui s'étoient élevées par le premier mouvement d'immersion sur le bout convexe du cylindre de métal, se retirer bientôt sur elles-mêmes & former une espèce de bourrelet tout autour. Quelque part que l'on veuille donner de ce phénomène à l'air qui couvre la surface métallique, la conséquence sera la même, puisqu'il ne peut toujours s'opposer au contact immédiat du métal & de l'eau, que parce que les par-

ties de celle-ci sont plus attirées sur elles-mêmes.

3°. On ne doute plus depuis Newton, que ce ne soit l'attraction qui détermine la figure sphérique qu'affectent les fluides, & même les corps qui passent de l'état fluide à l'état solide ; il y a cependant un phénomène très-familier, qui présente une exception à cette loi, c'est la *crystallisation.* Ici les molécules, au lieu de se disposer régulièrement & comme par couches concentriques autour d'un centre, de manière que le centre de gravité soit aussi le centre de figure de la masse, engendrent par leur réunion des tetraëdres, des cubes, des rhombes, des octaëdres, des prismes allongés, en un mot, des polyèdres de toute espèce ; & même nous verrons que par une manipulation appropriée, on est parvenu à découvrir ces formes composées de différens plans réguliers, jusques dans l'intérieur de ces petites masses métalliques liquéfiées par le feu, lesquelles ne présentent extérieurement qu'une forme arrondie, quand on n'interrompt pas l'action des forces qui tendent à en former des aggrégats sphériques. *Voyez* CRYSTALLISATION.

Ces crystallisations sont bien sûrement des effets de l'attraction réciproque des molécules crystallines, & même les effets les plus palpables de cette puissance ; mais pour cette fois elle est évidemment modifiée par la figure ; je n'en donnerai ici d'autres preuves que la variété de configuration des masses que produit l'aggrégation de ces molécules, & cet écart de la loi générale de gravitation & même de cohésion, suivant laquelle les molécules d'un sel quelconque (abstraction faite de leur arrangement intérieur) devroient se grouper extérieurement en masses sphériques, toutes les fois qu'elles seroient abandonnées à leur attraction réciproque. Or si la figure des élémens crystallins influe ici assez puissamment pour changer l'ordre des attractions, quand on ne considère que les masses & les distances estimées du centre des masses, pourquoi ne croirions-nous pas que les divers degrés d'adhésion, de cohésion & d'affinité ne sont aussi que les effets de la même propriété générale de la matière, c'est-à-dire de la même puissance, suivant la même loi, modifiée de même par la figure ? Il n'y a ici d'autre différence, si ce n'est que les produits de la crystallisation frappent nos yeux, au lieu que les atomes sur lesquels s'exercent les affinités, échappent à tous nos sens. On voit même au premier coup d'œil que les phénomènes de la crystallisation ne peuvent dépendre non plus d'une loi particulière, telle qu'on la supposeroit pour le contact ; car, quoique le fluide dissolvant dans lequel les élémens crystallins sont suspendus, ne cesse pas d'être contigu au crystal qui s'y forme, & qu'il puisse conséquemment les lui transmettre presque sans intervalle, il y a pourtant nécessairement un instant où la dernière molécule qui complète un cube de sel commun, se meut par sa propre affinité, avant que de recevoir le contact immédiat qui doit la fixer.

4°. Si l'on n'a pu jusqu'à présent faire une application directe de la loi générale de la gravitation aux affinités, c'est-à-dire, en calculer les effets d'après la loi du quarré des distances, il en est de même de l'ascension des liqueurs dans les tubes capillaires, ou entre deux plans posés parallèlement à une très-petite distance ; ce qui a fait croire à quelques-uns que la loi qui déterminoit les cohésions, les affinités, étoit aussi celle qui convenoit à ce dernier phénomène ; mais ce simple rapprochement exclut encore l'idée d'une puissance qui ne reçoit plus d'intensité que dans la condition du contact, puisque le tube capillaire ne retient pas seulement les molécules qu'on y a portées, mais qu'il les attire réellement avant de les toucher, c'est-à-dire à une distance donnée ; & il faut bien que cette attraction s'exerce à une distance même très-sensible, car il suffit de présenter l'orifice du tube à la surface de la liqueur, pour qu'elle y monte spontanément jusqu'au point où le poids de sa masse doit faire équilibre à la force qui l'attire. Il est certain que cet effet ne peut avoir lieu sans qu'il y ait un instant où la matière du tube agit déja efficacement sur des molécules qu'elle ne touche pas encore. Ainsi, ce phénomène, qui trouble aussi en apparence l'ordre de la gravitation universelle, ne dépend pas plus que l'affinité, d'une force particulière pour le contact ; il ne paroît pas plus susceptible de l'application de la loi du quarré des distances ; & si l'on ajoute qu'il varie de même suivant la qualité des substances, & sans qu'il y ait aucun rapport avec les masses, il devient difficile de se refuser à penser que tout dépend ici des circonstances différentes dans lesquelles s'exerce la même puissance ; qu'il n'y a, dans tous ces cas, qu'une irrégularité apparente, parce que ces circonstances se dérobent à nos sens, tandis qu'ils sont étonnés de la grandeur des effets ; en un mot, que l'attraction ne varie réellement que par les distances, & les distances par les figures. Sans cela ce ne seroit plus seulement une loi particulière pour le contact, ce seroit une loi tout à la fois pour le contact & pour des distances bornées qu'il faudroit admettre ; ce seroit un principe d'un nouvel ordre qu'il faudroit imaginer, tout-à-fait étranger à la gravitation, puisqu'il ne garderoit plus les rapports ni des masses, ni des distances ; c'est-à-dire, au lieu d'une propriété générale & constante de la matière, autant de causes occultes qu'il y a de substances différentes.

5°. Nous n'avons jusqu'à présent aucune connoissance de la *densité* des parties qui constituent les élémens des corps, & comme le dit très-bien le célebre Macquer (au mot *pesanteur*), nous ne pouvons en juger par la densité des aggrégés formés de leur union, parce qu'il est très-possible qu'un corps dont les parties primitives n'ont que fort peu de densité, devienne par leur union un aggrégé qui en ait beaucoup ; il suffit pour cela que ces parties soient de nature à avoir les unes avec les autres des contacts très-intimes dans toutes leurs faces. Par la même raison un composé peut n'avoir que fort peu de densité, quoique ses parties composantes en aient beaucoup

beaucoup; il suffit pour cela que leur configuration soit telle, qu'elles ne puissent avoir que peu de contact les unes avec les autres. Ainsi, quoique le cuivre en masse sensible ait moins de densité que l'argent, il est très-possible que ses parties primitives intégrantes en aient beaucoup plus que celles de l'argent; il est également possible que les parties du cuivre, quoique moins denses, exercent une action plus puissante sur les parties d'un troisième corps, & qui soit équivalente à celle d'une plus grande densité, si leur configuration les dispose à se toucher en plus de points; car nous concevons très-bien que *les contacts peuvent suppléer à la densité*. Que l'on demande après cela pourquoi le cuivre est plus attiré que l'argent par l'acide nitreux? On en découvre une raison possible & suffisante, ou dans la densité supérieure des parties du premier de ces métaux, ou dans une configuration plus favorable au contact. Et dans l'un de ces cas, comme dans l'autre, nous pouvons concevoir en même temps & comment l'attraction d'affinité paroit croitre dans une proportion aussi supérieure à celle de la gravitation, & pourquoi cette force varie dans des degrés si sensibles, sans aucun rapport avec les masses, question qui demeurera toujours insoluble dans l'hypothèse d'une loi plus élevée pour le contact. *Voy.* ATTRACTION.

Je pourrois donc conclure de ces réflexions que, comme il n'y a dans la nature qu'une seule propriété générale de la matière, qu'une seule puissance que nous nommons attraction, il n'y a de même qu'une seule loi; que si l'application de cette loi ne résout pas tous les cas d'affinité, ce n'est qu'un problême plus compliqué qui reste indéterminé, parce que les données nous manquent encore pour en trouver la solution; en un mot, qu'il n'y a jusqu'à présent aucune raison solide pour admettre une autre loi, ou, pour mieux dire, une autre puissance, pour l'explication de ces phénomènes. Je serois d'autant mieux fondé dans cette conclusion, que la loi particulière supposée par quelques Physiciens pour les cas de contact, ne peut recevoir une juste application à ce qui se passe dans les combinaisons par affinité; ce qu'ils appellent contact n'est rien moins que le point de saturation respective & de repos; pour en avoir la démonstration, il ne faut que considérer la manière dont s'attirent deux globules métalliques fluides & deux globules solides du même métal: l'attraction de toutes les parties des premiers s'épuise réellement, parce qu'elles se touchent en autant de points qu'il est possible, en ne formant qu'une seule masse sphérique; le contact des seconds n'est que le choc de deux points de leur surface; c'est-à-dire, le point où leur solidité fait obstacle à la somme de toutes les attractions de leurs molécules. Ce qu'on a nommé les *anomalies* apparentes des affinités, me fourniroit encore d'autres argumens; par exemple: la matière de la chaleur, dont je n'ai pas encore fait mention, qui décide quelquefois la combinaison, quoiqu'elle augmente réellement les distances des molécules; la sursaturation si manifeste de quelques composés par l'une des parties composantes; les alternatives si fréquentes de l'admission ou de l'exclusion d'un troisième corps, &c. &c. (*Voyez ci-après* §. IV.) Tant d'attractions électives, tant d'effets qu'il n'est pas possible de considérer uniquement comme les produits des masses & des distances, deviennent contradictoires avec l'idée d'une loi quelconque appropriée à tous ces cas; & s'il n'y a toujours que les variétés de figure & de densité des molécules primitives qui puissent ramener ces divers phénomènes à une loi constante, nous n'avons pas le droit d'en créer une autre, ni d'attribuer à la matière une propriété nouvelle, différente de celle qui est établie par les mouvemens de tous les corps sensibles, du moins jusqu'à ce que l'on soit parvenu à en démontrer l'insuffisance par une application rigoureuse à des cas de ce genre, où les figures & les densités de ces molécules primitives seroient d'avance connues.

Je pourrois ajouter enfin à l'appui de cette conclusion, que ce n'est pas seulement cette simplicité, cette uniformité que nous devons présumer dans les agens de la nature (1), qui nous sollicite de ne pas nous écarter sans de très-fortes raisons de la marche qu'elle nous a une fois tracée; que c'est encore l'histoire des erreurs dans lesquelles les plus savans hommes sont tombés, quand ils ont abandonné cette boussole. Le mouvement des apsides de la Lune a paru se refuser, pendant quelques temps, au système général de la gravitation; & le célèbre Clairaut lui-même s'étoit laissé aller au soupçon qu'il pouvoit dépendre d'une loi différente de la raison doublée des distances, avant que des calculs plus exacts lui eussent montré la manière de relier ce phénomène à la Physique céleste (2). Il est donc au moins raisonnable d'espérer que, quand on sera parvenu à rassembler tous les élémens nécessaires au calcul des

(1) Lors même que le grand Newton paroissoit le plus disposé à admettre des répulsions & des loix d'attraction différentes, il n'étoit pas moins frappé de la nécessité de cette harmonie de la nature, comme on peut le voir dans le dernier livre de son Optique, où il dit précisément que *la nature se trouvera très-simple & très-conforme à elle-même*, en faisant procéder tous les mouvemens de ses parties de puissances attractives. M. d'Alembert semble s'être pénétré du même principe, lorsqu'il a écrit *que nous devions bien nous garder d'assurer que quelques parties de la matière s'attiroient suivant d'autres loix que celles du quarré..... qu'il n'étoit pas encore bien certain que la loi d'attraction à de petites distances fût aussi générale qu'on vouloit le supposer...... que la pesanteur des corps, qui étoient immediatement contigus à la terre, étoit à la pesanteur de la Lune à peu près en raison inverse du quarré de la distance.* VOYEZ le Dictionnaire de Mathématique de l'Encyclopédie, au mot *Attraction*.

(2) Voyez les Mém. de l'Acad. Roy. des Sciences, année 1745.

affinités, on pourra de même les faire rentrer dans ce système.

Mais je ne veux point terminer ce paragraphe sans essayer de rendre encore plus sensible l'influence de la figure dans les attractions prochaines, & de faire du moins concevoir jusqu'à quel point elle peut produire des variétés d'effets qu'on n'auroit pas soupçonné pouvoir être engendrés par la même puissance.

Soient deux tétraèdres solides, de même volume & de même densité, supposés formés l'un & l'autre de l'assemblage de dix globules de 1 ligne de diamètre, représentant leurs molécules ou élémens primitifs, & flottans l'un & l'autre dans un fluide avec lequel ils soient équipondérables, de manière que leur attraction au centre de la terre soit nulle. Il n'y a, dans cette supposition, aucune condition qui répugne, c'est même une des moins favorables que l'on puisse imaginer, les molécules sphériques étant celles qui conservent nécessairement le plus d'égalité dans leur attraction.

Supposons encore que ces tétraèdres se trouvant à 1 ligne de distance d'un point quelconque de leur surface, ou, ce qui est la même chose, à 2 lignes des centres des deux molécules les plus voisines, l'attraction de chacune de ces molécules sur l'autre soit $= a$; comme on sait que l'action est réciproque, il s'ensuivra que ces deux molécules seront attirées l'une vers l'autre par une force égale à $2\,a$.

L'attraction de chacun des tétraèdres sur l'autre n'est que la somme des attractions de toutes ses molécules; on ne changera donc rien en substituant à la force composée la somme des forces composantes, & réciproquement; & si l'on applique à chaque molécule la loi de la raison inverse du quarré des distances, on parviendra à comparer les forces d'attraction de ces tétraèdres dans diverses positions & à différentes distances.

Cela posé, que l'on détermine d'abord quelle sera la puissance avec laquelle les deux tétraèdres s'attireront, lorsqu'ils se présenteront respectivement un de leurs sommets; on trouvera dans la supposition précédente qu'elle sera $= 9{,}8011\ a$; car si l'on admet (ce qui approche beaucoup de la vérité, & qui simplifiera infiniment le calcul) que les deux molécules des deux sommets ayant leur centre à 2 lignes de distance, les centres des trois molécules qui suivent dans l'ordre de proximité se trouvent éloignés de 4 lignes; que les centres des six molécules de chaque base soient entre elles à 6 lignes de distance, & ainsi réciproquement des dix molécules de chaque tétraedre par rapport aux dix molécules de l'autre; la progression décroissante à raison des distances donnera, savoir:

Pour l'attraction respective des deux molécules des sommets, une force que nous avons supposée... $= 2\,a$

Pour les 3 secondes molécules de l'un des tétraèdres au sommet de l'autre, & le sommet de celui-ci aux trois précédentes. $4 \times \frac{4}{9}\,a$

Pour les 6 molécules de l'une des bases au sommet & réciproquement........ $7 \times \frac{4}{16}\,a$

Pour les 3 du second ordre de proximité entre elles.................... $6 \times \frac{4}{16}\,a$

Pour les mêmes aux 6 de la base.... $9 \times \frac{4}{16}\,a$

Et pour les 6 des bases entre elles.. $12 \times \frac{4}{16}\,a$

Ce qui forme en effet le total de... $9{,}8011\ a$

Que l'on éloigne de 1 ligne de plus les sommets opposés des deux tétraèdres, il est clair que la somme de leurs attractions ne sera plus à cette *seconde distance*, en suivant le même calcul, que $5{,}9485\ a$

Et en les écartant encore de 1 ligne, elle deviendra pour cette *troisième distance* $=$ .... $4{,}0691\ a$

On conçoit que, pour avoir une détermination rigoureuse de la somme totale des forces partielles, il auroit fallu comprendre dans ces calculs les attractions réciproques de toutes les molécules vers toutes les molécules; ce qui en auroit porté le nombre à 200, chacun des 10 élémens d'un solide attirant les 10 élémens du solide opposé & en étant attiré; mais comme il ne s'agissoit que de chercher des valeurs comparables par rapport aux différentes distances, il m'a paru qu'il valoit mieux simplifier les opérations, en n'y admettant que les termes qui pouvoient réellement faire varier les proportions. Nous pouvons donc regarder les trois expressions que nous avons trouvées de cette manière, comme suffisamment exactes pour notre objet.

Changeons présentement la position respective des deux tétraèdres, en les opposant base à base, & nous verrons que la distance des deux points les plus voisins étant la même, en donnant la même valeur à la force attractive de chaque molécule à pareille distance, on aura néanmoins des résultats très-différens.

Le calcul donne pour la somme des attractions, savoir:

A la 1re. distance................ $25{,}1122\,a$

A la 2e. .... $10{,}2710\,a$

A la 3e. .... $6{,}3359\,a$

Par où l'on voit, 1°. qu'en donnant une valeur quelconque à l'attraction réciproque de deux des molécules les plus prochaines de deux corps, & la faisant croitre ou décroitre, suivant la loi du quarré des distances respectives de toutes les molécules de ces deux corps, la somme des attractions peut varier dans les différentes positions, même en supposant les molécules sphériques, dans le rapport de 98011 à 251122, ou à peu près 98 à 251.

2°. Que les deux tétraèdres s'approchant par leurs sommets, la progression croissante de la force attractive, à mesure que les distances diminuent, est dans les trois distances supposées :: 40 : 59 : 98.

3°. Que lorsqu'ils s'approchent par leurs bases, la progression croissante de l'attraction est sensiblement plus forte, & dans le rapport de 63 : 102 : 251 pour les trois mêmes distances.

Cet excès d'accroissement, si l'on peut ainsi s'exprimer, se fait également remarquer, soit que l'on cherche la valeur proportionnelle de la première distance par le rapport de la troisième à la seconde, soit que l'on se serve des valeurs de la seconde & de la première distance pour estimer la force au contact d'adhésion. Dans la première de ces opérations, on trouve, d'une part, 40 : 59 :: 59 : 87, 2; d'autre part, 63 : 102 :: 102 : 165, 14. On a donc 87 au lieu de 98, & 165 au lieu de 251; or, la différence des deux premiers termes est à la différence des deux derniers dans le rapport de 89 à 29, c'est-à-dire plus que triple.

On observeroit la même chose si l'on vouloit déterminer aussi proportionnellement la somme des attractions au contact, ou à la proximité que nous appellons contact, dans les deux positions respectives des sommets & des bases; car 59 : 98 :: 98 : 162 & 102 : 251 :: 251 : 639; on auroit donc pour la première valeur 162, qui n'est que 0,653 plus grand que 98, tandis qu'on auroit pour la seconde 639, qui est 1,545 fois plus grand que 251.

Quelque frappans que soient ces résultats, qui établissent une différence de 639 à 162 pour la somme des attractions des deux mêmes solides, à pareille distance d'un de leurs points les plus prochains, suivant la disposition de leurs molécules; je suis cependant fort éloigné de penser qu'ils répondent exactement à l'idée que les expériences nous donnent de la puissance de l'attraction au contact; c'est assez sans doute d'avoir prouvé que cette force pouvoit, dans certaines circonstances, recevoir un accroissement, en suivant toujours la même loi, pour qu'il soit désormais facile de comprendre que l'attraction de gravitation peut être aussi celle de cohésion & d'affinité. On n'est pas en droit d'en exiger davantage dans les cas que j'ai présentés, puisque j'ai toujours supposé une distance visible entre les deux corps, pour écarter la question de savoir si, comme quelques Physiciens le soutiennent encore, l'attraction, en la supposant seulement décroissante en raison inverse du quarré de la distance, devroit être finie au point de contact, ou n'être guère plus grande au point de contact qu'à une petite distance de ce point. Au reste, j'ai déjà remarqué que dans ce sens on ne devoit entendre que le contact qui produit saturation & repos, & non le simple contact de résistance par la solidité, ou d'adhésion des surfaces, qui laisse subsister l'effort entier à un contact plus parfait.

Que l'on imagine présentement, au lieu de sphères qui ne peuvent se toucher qu'en un point, au lieu de ces molécules grossières que nous avons supposées pour établir un calcul hypothétique, des molécules extrêmement subtiles, qui feront croître la puissance de l'attraction en raison de leur ténuité, qui peuvent être encore d'une densité dont nous n'ayions pas même l'idée, dont la figure propre enfin opérera tout aussi efficacement que nous avons vu la figure de nos deux tétraèdres opérer dans leurs positions respectives; & l'on jugera sans doute que, quand nous aurons acquis ces données, les effets qui nous étonnent se relieront naturellement à la loi que nous connoissons.

Ainsi, la pesanteur, l'adhésion, la cohésion & la combinaison ou affinité doivent être regardées comme des phénomènes qui dépendent tous d'un principe simple & unique, la propriété attractive de la matière.

La *pesanteur*, ou la gravitation universelle, est l'attraction qui s'exerce à des distances telles que la masse fait tout; que la disposition des parties n'influe pas sensiblement sur les résultats, & que la quantité de matière peut être considérée comme concentrée en un seul point ou au centre de gravité des corps qui s'attirent.

L'*adhésion* suppose déjà une distance assez petite pour que nos sens ne puissent l'apprécier; elle varie considérablement, suivant l'étendue superficielle des molécules qui se rencontrent; cette condition étant égale, elle est proportionnelle aux surfaces des corps qui adhèrent.

La *cohésion* diffère de la pesanteur & de l'adhésion, en ce que, dans celles-ci, c'est une attraction qui s'exerce entre toutes matières, au lieu que la cohésion n'a lieu qu'entre les corps de même nature; elle diffère spécialement de l'adhésion, en ce qu'il n'y a pas seulement rapprochement de surfaces, mais contact dans tous les sens que les figures des molécules le permettent; & de là vient qu'elle produit une force si supérieure. Deux lames de verre, deux lames d'argent, &c. bien dressées & appliquées l'une sur l'autre, montrent bien quelque résistance à la séparation; mais elle n'a aucune proportion avec celle qu'opposent les deux portions de verre, ou les deux portions d'argent refondues en une seule masse.

L'*affinité* ou l'attraction chymique est celle qui unit des corps de diverse nature, non plus seulement par les surfaces comme l'adhésion, mais molécules à molécules, de même que la cohésion; l'intensité de cette puissance ne se manifeste non plus qu'à des distances que nous ne pouvons ni mesurer, ni même appercevoir; elle procède, comme la cohésion, de la tendance réciproque de toutes les molécules à un contact parfait, avec le plus d'étendue & dans tous les sens possibles; elle diffère spécialement de la gravitation, en ce qu'elle suit moins les densités des masses que les densités des élémens, qu'elle dépend bien plus des quantités & des figures de ces particules, que du poids & de la forme des aggrégats; elle produit toujours une force supérieure à celle de la cohésion, sans cela il n'en résulte pas dissolution. Elle est nulle pour certains corps, elle varie considérablement pour le plus grand nombre; nous verrons qu'elle existe quelquefois sans exercer actuellement une action efficace. En un mot, cette attraction est élective, comme l'a dit Bergman; c'est-à-dire, que de deux substances présentées à une troisième, elle en choisit une & laisse l'autre; que, deux substances étant premièrement unies, une

troisième exerce sur l'une d'elles une action qui déplace l'autre. Cette dernière considération ajouteroit, s'il en étoit besoin, aux preuves que j'ai rassemblées, que l'affinité ne peut dépendre d'une loi particulière pour le contact : car, dans cette supposition, il seroit tout aussi impossible qu'un élément pût être séparé d'un autre par l'affinité d'un troisième, qu'il est impossible que le même point soit actuellement en contact avec deux points, ou, ce qui est la même chose, que la même place soit occupée par deux corps.

On ne doit donc plus hésiter de dire avec le célèbre Macquer, que la doctrine des attractions est *la véritable clef des phénomènes les plus occultes de la Chymie*. Quand son application aux affinités ne seroit pas aussi directe, on devroit toujours se garder de considérer ces recherches comme plus curieuses qu'utiles ; s'il faut des siècles pour mûrir les fruits des vérités que nous connoissons, il y a sans doute de la témérité à juger d'avance les fruits de celles qui ne sont pas encore en notre possession.

§. III. *Des différentes manières de considérer les affinités.*

Il y a en général deux manières de considérer les affinités ; car, ou l'on s'applique à trouver les rapports d'affinités de plusieurs corps, ou on cherche seulement à reconnoitre & à distinguer les produits des affinités pour classer, en quelque sorte, les effets qui en résultent. Il paroîtroit dès-lors assez naturel de les envisager d'abord sous le premier point de vue, puisque ce n'est que par ces rapports que l'on peut rendre raison des phénomènes ; mais cette partie de la Chymie n'est point encore assez avancée pour la faire servir d'introduction à l'exposition des faits ; ceux-ci doivent au contraire préparer à l'intelligence des discussions dans lesquelles je serai forcé d'entrer, pour apprécier les divers systèmes sur cette matière importante & difficile. Commençons donc par indiquer les divisions méthodiques auxquelles a donné lieu la considération des divers produits des affinités.

Première Section.

Division des affinités relativement à leurs effets.

Les Chymistes distinguent communément l'affinité d'aggrégation, l'affinité de composition, l'affinité de dissolution, l'affinité de décomposition, l'affinité de précipitation, l'affinité simple, l'affinité double, l'affinité compliquée, l'affinité par intermède, l'affinité disposée & l'affinité réciproque : plusieurs de ces divisions sont oiseuses, nous n'en retiendrons que quatre, dans lesquelles on fera rentrer facilement toutes les autres, & qui embrassent par conséquent tout le système.

I. La première est l'*affinité d'aggrégation ;* elle n'a lieu qu'entre des molécules de même nature ; elle ne fait qu'augmenter la masse sans produire de combinaison nouvelle. Ainsi, quand on mêle de l'eau à l'eau, de l'huile à l'huile, du mercure au mercure, c'est l'affinité d'aggrégation qui fait que de ces portions additionnelles il résulte un tout homogène, qui jouit absolument des mêmes propriétés que chacune de ces portions séparées, & qui oppose enfin à la division de l'aggrégat la même résistance qu'auroit opposé chacune des parties intégrantes qui ont contribué à le former, si on eût voulu diminuer la masse au lieu de l'augmenter. On pourroit donc dire non-seulement qu'il n'y a dans ce cas qu'une attraction de cohésion, mais encore qu'il n'y a pas proprement affinité, puisque cette dénomination est réservée à l'attraction des molécules de nature différente ; cependant je ne vois point d'inconvénient à se conformer sur ce point à l'usage, d'autant plus qu'à parler strictement, l'aggrégation qui procède bien de la même cause que la cohésion, qui est un effet très-analogue à la cohésion, n'est pourtant pas la cohésion elle-même, puisque celle-ci suppose une union consommée, tandis que la première exprime une tendance à l'union. D'ailleurs, l'aggrégation proprement dite n'auroit lieu, sans affinité, que pour les substances actuellement fluides, qui n'ont à recevoir aucune autre matière pour les disposer à un plein contact. Il est bien certain que, pour former un seul aggrégat de deux petites masses de métal ou de sel, il faut commencer par relâcher la force de cohésion de leurs molécules, par rendre ces molécules équipondérables avec quelque fluide, tel que le feu, l'eau, &c. en un mot, par les dissoudre, ce qui ne peut se faire qu'en vertu de l'affinité d'un dissolvant avec les matières à dissoudre, ou même de l'affinité de l'une des masses dissoute avec celle qui est encore solide. L'habitude souvent inconsidérée, mais aussi quelquefois indifférente, de faire abstraction des matières, qui, comme le feu & l'eau, déterminent les combinaisons par la condition de la fluidité, nous ramène donc également à considérer la plupart des aggrégations comme les produits de l'affinité. Je ne voudrois pas néanmoins qu'à l'exemple du célèbre Macquer on en fit une espèce de l'*affinité simple ;* car, s'il est convenu que l'affinité double suppose le concours de quatre substances différentes, il faut sans doute mettre un peu plus d'intervalle entre elle & l'affinité d'un seul corps avec lui-même ; & ce seroit favoriser une confusion déjà trop fréquente, que de la désigner sous le nom d'affinité simple.

II. L'*affinité de composition* est celle qui, unissant des substances de nature différente, simples ou composées, donne l'être à un composé ou sur-composé nouveau, qui en forme un tout homogène, un assemblage sur lequel les forces méchaniques ne peuvent rien, que l'affinité seule pourra détruire, & dont les propriétés toujours caractéristiques sont souvent étrangères, quelquefois même contraires à celles des parties composantes.

Que l'on mette de l'or dans le mercure, il perdra bientôt sa forme, sa couleur, sa solidité, sa pesanteur spécifique ; on ne trouvera plus qu'un amalgame, c'est-à-dire, un composé qui n'est plus ni or, ni mercure ; qui a moins de densité que le premier, & plus que le second ; qui n'a plus ni la solidité de l'un, ni la fluidité de l'autre. On observera les mêmes changemens en mettant de la potasse dans l'eau, de la résine dans l'alcohol. En faisant fondre ensemble du soufre & de l'argent, on obtient un composé qui ne s'allume pas comme le soufre, qui n'est point ductile comme l'argent, qui n'a plus rien de l'inflammabilité du soufre, de la ductilité ni même de la dissolubilité de l'argent. A la vérité on est obligé, dans ce dernier cas, de faire intervenir la matière de la chaleur, pour favoriser l'union & mettre en jeu les affinités qui la produisent ; mais j'ai déjà averti que la fluidité étant une condition essentielle, il devenoit le plus souvent nécessaire de faire abstraction de la matière qui la procure : en effet, la chaleur que l'on applique dans la fusion de l'argent, n'opère autre chose que de le mettre dans le même état où se trouvent le mercure & l'eau à la température ordinaire de notre athmosphère. Il n'y a donc, dans les divers exemples que j'ai indiqués, aucune différence essentielle relativement à l'objet dont il s'agit ; c'est un principe que j'aurai encore plus d'une fois occasion de rappeller, ou plutôt que l'on ne doit jamais perdre de vue dans la recherche des affinités.

L'affinité de composition est le grand instrument de toutes les opérations de la nature & de l'art, & non pas seulement un instrument de synthèse, comme on pourroit être tenté de le croire par cette expression, mais encore l'instrument & l'instrument unique de toute analyse ; car la nature n'a pas de force pour séparer, pour éloigner, elle n'en a que pour approcher & unir. Cette vérité, qui fait la base de tout le systême que j'ai cherché à établir dans le commencement de cet article, reçoit ici une foule d'applications bien propres à la mettre dans un nouveau jour. Il sera bon d'en rapporter quelques exemples pris dans la classe des faits les plus simples & à portée de l'intelligence de ceux mêmes qui ne sont pas initiés dans la science des combinaisons.

Le cinabre est un composé naturel de soufre & de mercure ; pour avoir un de ces corps séparé, on ne cherche pas une substance qui repousse l'autre, on n'en trouveroit point, si elle devoit en même temps remplir la condition de les laisser tous les deux isolés ; & sans cette condition on travailleroit contre son objet. On choisit donc au contraire une matière qui puisse s'emparer de l'un de ces corps, qui ait, par exemple, plus d'affinité avec le soufre que le mercure : le fer est dans ce cas la matière que l'on cherche. On mêle donc le plus exactement qu'il est possible le cinabre & la limaille de fer ; & ce mélange étant exposé à une chaleur convenable, le soufre s'attache au fer, tandis que le mercure rendu libre s'élève en vertu de la volatilité qui lui est propre, & qu'il recouvre à l'instant qu'il cesse d'être combiné. Cette opération, qui se pratique journellement dans les Laboratoires pour purifier le mercure, est une véritable analyse ; elle le fut bien certainement pour le premier qui tenta cette séparation des principes du cinabre, & tous les procédés de l'art ne sont que des résultats d'analyse appliqués à nos besoins.

Il en est de même quand on emploie le fer pour précipiter le cuivre de ses dissolutions acides, ou le cuivre pour précipiter l'argent ; ce n'est point une antipathie des deux métaux qui fait que l'un déplace l'autre ; c'est tout simplement l'affinité du fer avec le dissolvant plus grande que celle du cuivre, l'affinité du cuivre plus grande que celle de l'argent, qui opère tout ; c'est une union plus intime qui succède à une union plus foible, le métal précipité ne se sépare lui-même de la dissolution qu'en obéissant à une autre attraction vers le centre des graves, que parce que son affinité avec le nouveau composé n'est pas assez puissante pour faire équilibre à cette force de la gravitation universelle.

Jusques dans ces mélanges où les matières ne sont que distribuées par accident & sans proportion déterminée, c'est encore l'affinité de composition qui sert à en faire le triage d'une manière exacte & bien plus expéditive que par tous les moyens méchaniques. Ainsi, les sels dispersés dans les terres sont recueillis par l'affinité de l'eau ; ainsi, le mercure va retrouver l'or égaré & perdu dans les cendres des atteliers où on travaille ce précieux métal : il n'y a toujours d'autre cause de séparation que l'affinité moindre de la substance qui est laissée, ou même le défaut d'affinité.

On voit par ce qui précède, que ce seroit surcharger la science de distinctions inutiles, que de faire des classes à part des affinités de *décomposition* & de *précipitation*. L'affinité de *dissolution* n'est également que l'affinité de composition de deux substances : le dissolvant & le corps à dissoudre ; d'où il résulte évidemment un composé nouveau. La dissolution par le feu prend le nom de fusion ; si la nécessité d'un langage approprié aux diverses opérations n'autorisoit pas à s'écarter quelquefois de l'expression rigoureuse, il faudroit dire que toute dissolution est fusion, puisqu'il est certain que les solides ne deviennent fluides qu'autant que la matière de la chaleur entre dans leur composition : mais quand il ne s'agit que de présenter une fois pour toutes des idées claires & exactes par des divisions méthodiques, on doit bien se garder de donner des idées habituelles pour des vérités. Il n'est personne qui ne sente que ce n'est ni l'intention de l'Artiste, ni le plus ou le moins de matière qu'il combine pour atteindre son but, qui change la nature spécifique d'une combinaison.

Tant que l'affinité ne produit que l'union de deux corps, il ne peut y avoir de difficulté de la nommer absolument affinité de composition, & même il n'y a pas lieu de distinguer si ce sont des corps simples, ou des corps déjà composés, parce qu'il

suffit qu'ils s'unissent tout entiers sans abandonner un de leurs principes, pour que ce soit l'affinité du composé lui-même, & non celle de ses élémens, qui détermine l'union. Mais il arrive fréquemment que trois corps auparavant séparés, se rencontrant dans l'état fluide, ne forment plus qu'une seule masse qui a tous les caractères d'un composé homogène, & qui les conserve jusqu'à ce que l'union soit rompue par des moyens chymiques : tel est, par exemple, l'alliage de l'or, de l'argent & du cuivre. L'affinité qui produit cette combinaison à trois parties, a reçu les noms d'*affinité composée*, d'*affinité compliquée*. Or il me paroît que ces expressions ne servent guère qu'à distraire l'esprit des vrais phénomènes qu'il doit considérer dans ces circonstances. En effet, pour suivre l'exemple que je viens de donner, ce n'est pas l'action simultanée & réciproque des trois métaux les uns sur les autres, qui forme la condition essentielle de l'opération ; ce concours n'est nullement nécessaire, on en a la preuve en ce qu'elle réussit également, en ce qu'elle donne absolument le même produit, soit que l'or ait été d'avance allié à l'argent ou au cuivre, ou le cuivre à l'argent. Il y a donc toujours deux instans, lors même que l'on emploie les trois métaux séparés : le premier où une molécule d'un des métaux arrive au contact d'une molécule d'un autre métal ; le second où cette molécule composée attire une molécule du troisième métal, avec la force qui est propre à son état de composition. On voit par-là que ces deux forces sont aussi simples que dans toute autre circonstance, qu'elles ne compliquent rien, & qu'elles ne doivent être distinguées que par la succession des temps. Si l'on ne devoit regarder comme affinité simple que celle qui uniroit deux corps simples, il faudroit dire que toutes les affinités seroient composées, car nous connoissons bien peu de matières simples, & il n'y en a d'ailleurs aucune qui subisse la loi de cette attraction, si elle n'y est disposée par une première composition avec l'élément fluide ou la matière de la chaleur. En un mot, ou l'un des trois métaux reste seul, & nous disons qu'il n'a point d'affinité avec la masse composée des deux autres, où ils forment tous les trois une seule masse, comme dans notre exemple, & c'est le résultat de la succession plus ou moins rapide de divers actes d'une seule & même puissance, l'affinité de composition.

Ce que nous disons ici de l'alliage de trois métaux doit s'appliquer à tous les surcompositions chymiques, quelques soient la nature & le nombre de leurs parties connues.

III. Quoiqu'un examen un peu réfléchi nous découvre ainsi l'erreur ou l'inutilité de la plupart des divisions ordinaires des affinités, & ne nous laisse en quelque sorte appercevoir qu'une seule affinité, qui est l'affinité de composition que l'on retrouve toujours en dernière analyse, on ne doit cependant pas négliger les distinctions fondées sur d'autres rapports, qui peuvent éclairer la théorie & guider dans la pratique des opérations : c'est ce qui m'engage à faire encore ici une mention particulière de l'affinité disposée & de l'affinité par concours.

J'entends par *affinité disposée*, celle qui résulte du changement d'état de composition d'une des substances que l'on veut unir, & qui produit une combinaison qui n'auroit pas eu lieu sans ce changement. Par exemple, on tenteroit vainement l'union directe du mercure avec l'acide acéteux ; mais a-t-on calciné le mercure, c'est-à-dire, l'a-t-on fait passer à l'état de chaux métallique en l'unissant à une certaine quantité d'air vital, principe acidifiant, il se trouve disposé à s'unir encore à l'acide acéteux, & il y a dissolution. On sait également que l'acide muriatique n'attaque pas l'or ; qu'on surcharge cet acide d'air vital, & l'or cédera à l'action de ce dissolvant composé. Les métaux qui ont subi une calcination trop complette, refusent de s'unir aux acides les plus puissans ; c'est ce qui arrive sur-tout aux chaux de fer, de manganèse, &c. &c. Que l'on dépouille ces chaux de la portion du principe acidifiant qui s'y trouve par excès, & elles redeviennent susceptibles de la combinaison acide. Enfin, personne n'ignore que l'eau & l'huile ne s'unissent pas, on a même dit pendant long-temps, mais sans aucun fondement, qu'il y avoit répulsion entre ces deux fluides ; veut-on les faire entrer dans la même combinaison ? il suffit de former d'abord un composé d'huile & d'alkali ; l'huile est alors rendue miscible à l'eau, ou, si l'on veut s'exprimer d'une manière plus conforme aux vrais principes qu'aux préjugés de l'ancienne école, l'huile, par sa composition avec l'alkali, acquiert la propriété qu'elle n'a point seule de contracter une véritable union avec l'eau.

Ces exemples annoncent que l'affinité disposée se produit également & par l'addition d'une matière convenable à l'objet qu'on se propose, & par la séparation de celles qui se trouvent faire obstacle à l'union. L'affinité produite dans le premier de ces cas a été appellé affinité d'*intermède*, ou affinité *par intermède* ; l'expression que je lui substitue a tout à la fois l'avantage de comporter un sens plus rigoureusement exact, & celui de s'appliquer à un grand nombre de phénomènes, qui, quoique déterminés par des moyens différens, ou même contraires, se trouvent néanmoins dans un ordre tout-à-fait analogue. On n'a jamais dit, on n'oseroit pas dire encore que deux métaux qui s'allient par la fusion, ne s'unissent qu'en vertu de l'affinité d'intermède produite par la matière de la chaleur ; on ne se croiroit pas mieux fondé à appeller affinité d'intermède celle qui unit un acide & un alkali concrets, parce qu'il faut qu'il y ait au moins une de ces deux substances dissoutes dans l'eau, pour les disposer à la combinaison ; il est pourtant bien évident que le feu & l'eau font exactement dans ces circonstances ce que fait l'alkali pour rendre l'huile miscible à l'eau ; c'est-à-dire, qu'ils mettent ces corps dans un état de composition, sans lequel ils ne pourroient exercer une affinité assez puissante. La cause prochaine de cette attraction est-

cace étant la même dans tous ces cas, j'ai pensé qu'il étoit plus convenable de les classer dans une division commune.

IV. L'*affinité par concours* est un des points les plus importans de la Chymie moderne; elle suppose toujours le concours actuel & simultané de quatre substances au moins, souvent d'un plus grand nombre; elle suppose encore que ces substances ne sont pas isolées, mais qu'il y a au contraire composition préexistante; elle produit des combinaisons, qui, dans les circonstances données, n'auroient pas lieu sans ce concours. Cette affinité est la même que celle que les Chymistes appellent *affinité double*, & ce nom lui convient très-bien, quand il n'y a réellement que quatre substances; mais il peut y en avoir cinq, six & même plus; la nouvelle combinaison peut être le résultat d'un plus grand nombre d'échanges entre les différens composés; on peut dire en un mot que les cas où il n'y a que quatre substances en jeu sont très-rares, & que nos connoissances ne sont pas assez avancées pour l'affirmer: voilà ce qui me détermine à généraliser cette division, en nommant affinité par concours cette tendance à l'union, qui ne devient efficace que par le secours de plusieurs forces conspirantes. Eclaircissons maintenant sa définition par quelques exemples.

Si l'on verse de l'acide nitreux sur du vitriol de potasse parfaitement neutre, il n'y a aucun changement, l'acide nitreux reste libre, l'acide vitriolique & la potasse restent combinés, & si on fait crystalliser la liqueur, on retrouve le sel neutre comme avant sa dissolution; d'où l'on conclut avec raison que l'acide nitreux ne décompose pas le vitriol de potasse, ou, ce qui est la même chose, que l'affinité de l'acide vitriolique avec la potasse est plus grande que celle de l'acide nitreux avec la potasse.

Il n'y a de même aucune décomposition du vitriol de potasse, lorsqu'on met dans la dissolution de ce sel du mercure, soit en état de métal, soit en état de chaux. M. de Fourcroy a bien observé (*Mem. de Chymie*, *pag.* 246) que le mercure s'éteignoit par la trituration avec le vitriol de potasse; mais il a vérifié en même temps que ce sel neutre n'éprouvoit aucune altération, que par la dissolution dans l'eau, & l'évaporation, on le retrouvoit très-pur & presque sans déchet: on peut donc dire encore que le mercure n'a pas assez d'affinité avec l'acide vitriolique pour l'enlever à la potasse.

Cependant, si l'on mêle la dissolution de mercure dans l'acide nitreux à la dissolution de vitriol de potasse, ce dernier sel est décomposé, les deux acides font sur-le-champ échange de leurs bases, & l'on obtient par la crystallisation deux composés nouveaux; d'un côté, du vitriol de mercure; de l'autre, du nitre de potasse. Ainsi, l'ordre des affinités ordinaires de composition paroît changé, & ce résultat est le produit du concours de plusieurs affinités.

Cette décomposition du vitriol de potasse avoit été observée par Stahl; mais il est certain qu'il n'en a pas connu la théorie, quoique Juncker assure qu'il n'a pas eu le temps de la publier; on a découvert depuis un très-grand nombre de phénomènes analogues, les expériences du célèbre Macquer sur la formation du Bleu de Prusse, n'ont pas peu contribué à établir ce fait général, en ce qu'elle fournit, comme il le remarque, un des exemples les plus frappans de l'effet des affinités réunies (*V.* ACIDE PRUSSIQUE & BLEU DE PRUSSE); & il est probable que beaucoup de produits que nous attribuons encore aujourd'hui à l'affinité ordinaire de composition, seront reportés à la classe des affinités par concours, quand nous connoîtrons mieux ce qui se passe dans les opérations, & l'action de toutes les substances qui y jouent un rôle.

Cependant, il ne faut pas croire qu'il y a toujours affinité double ou par concours, toutes les fois qu'on obtient deux nouveaux composés dans la même opération; ce seroit s'écarter des termes de la définition, dans laquelle j'ai exprimé, à dessein, la condition que la décomposition ne puisse s'opérer que par le moyen des forces conspirantes; & M. de Fourcroy dit très-bien à ce sujet, qu'on ne doit compter pour véritables affinités doubles, que celles dans lesquelles un composé de deux corps, dont l'union n'est pas rompue par deux autres substances isolées, éprouve cette décomposition par l'action des deux mêmes substances réunies. Ainsi, quand deux matières, qui, dans leur état de liberté, ont l'une ou l'autre le pouvoir d'en séparer deux autres réunies, les séparent encore quand elles sont combinées, ce n'est pas une affinité double; il y a bien alors deux décompositions & deux combinaisons nouvelles, mais cela n'arrive que par occasion, & parce que les deux principes qui sont mis à la fois en liberté par l'affinité simple de composition, ne peuvent se rencontrer sans obéir à leurs affinités particulières; en un mot, la condition du concours des quatre substances n'est plus nécessaire, & c'est la nécessité de cette condition, qui constitue essentiellement ce que nous appellons affinité double. Lors donc que l'on décompose le nitre mercuriel par le tartre de potasse, ce n'est pas proprement une affinité double, parce que la potasse seule auroit précipité le mercure. Il en est de même quand on mêle la dissolution acéteuse d'argent avec la dissolution de muriate magnésien, puisque le premier de ces sels seroit également décomposé par l'une ou l'autre des parties composantes du dernier.

On pourra être surpris, après cela, de trouver précisément ces deux exemples d'une double décomposition dans la Table symbolique des affinités doubles de Bergman; mais on auroit tort d'en conclure que ce grand Chymiste ait ignoré que l'affinité plus puissante d'une des substances composantes auroit suffi pour faire cesser l'union du métal avec l'acide. On n'est pas même en droit de lui reprocher d'avoir confondu dans cette Table des cas entre lesquels nous croyons devoir établir des divisions: ces divisions, je ne saurois trop le répéter,

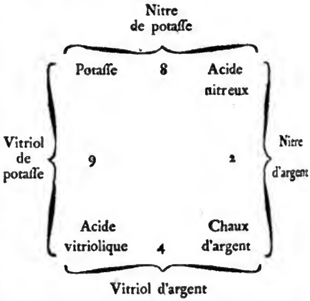
sont purement méthodiques, & Bergman, occupé d'un objet tout différent, considérant le jeu des affinités de toutes les substances réunies, pour arriver à une théorie exacte, ne pouvoit faire abstraction d'une force qui ajoutoit très-réellement à l'intensité de l'effet. Quand les deux bassins d'une balance sont également chargés, un grain ajouté d'un côté suffit sans doute pour rompre l'équilibre ; cependant, si au lieu d'un grain il s'en trouvoit cent ou mille de plus, on ne se croiroit pas fondé pour cela à retrancher de cet excès tout ce qui ne seroit pas nécessaire à la rupture d'équilibre, parce qu'il ne s'agit pas seulement d'indiquer de quel côté est la puissance, mais aussi d'en donner la mesure. C'est ici absolument la même chose, & les Chymistes savent très-bien qu'une décomposition qui peut se faire par la seule affinité d'un troisième corps, s'opère plus facilement, plus complètement, plus instantanément par les affinités conspirantes de deux corps. Voilà ce que Bergman a voulu faire entendre, qui étoit très-conforme à son plan, & fondé sur des principes indubitables que j'aurai encore occasion de développer dans la suite de cet article.

Après avoir reconnu qu'un grand nombre de combinaisons ne pouvoit se faire que par le concours de plusieurs affinités, qu'elles s'effectuoient toutes plus facilement par ce concours, il restoit un pas à faire, c'étoit de déterminer en nombres les rapports de ces forces conspirantes, de manière à concilier les résultats du calcul avec les phénomènes observés. Dès 1777, j'avois exprimé en nombres les rapports d'affinités du mercure avec les différens métaux, en prenant pour base la force d'adhésion mesurée par la résistance à la séparation (*Voyez* ADHÉSION) ; & j'avois pris de là occasion de faire sentir tous les avantages que l'on pourroit retirer de ces valeurs numériques dans l'explication des phénomènes les plus embarrassans. Macquer avoit déjà dit nettement, qu'il y a échange mutuel *toutes les fois que la* SOMME *des affinités que chacun des principes des deux composés a avec les principes de l'autre, surpasse celle des affinités qu'ont entre eux les principes qui forment les deux premiers composés ;* mais c'est à M. Kirwan que la Chymie doit la première application du calcul aux affinités doubles, dans le Mémoire qu'il lut à la Société Royale de Londres en 1782.

La même année, M. Elliot publia, à la suite de ses Elémens de Philosophie naturelle, les Tables d'affinités de Bergman, & ajouta à la Table des affinités doubles une 65ᵉ. case, dans laquelle il exprima ces affinités par des chiffres, pour donner un exemple frappant de l'effet de leur concours.

Que l'on suppose (dit M. Elliot) que la potasse & l'acide vitriolique s'attirent avec une force $= 9$; que la chaux d'argent & l'acide nitreux s'attirent avec une force $= 2$; que l'affinité de l'acide nitreux avec la potasse soit $= 8$; & celle de l'acide vitriolique avec la chaux d'argent $= 4$. Comme $8 + 4$ est plus grand que $9 + 2$, la décomposition a lieu, & il se forme deux nouveaux composés, savoir, du nitre de potasse & du vitriol d'argent.

C'est sur ces données que M. Elliot a établi ce que Bergman a nommé en latin *schema*, que nous appellons symbole, emblême ou démonstration figurée des affinités, que l'on exprime ordinairement en caractères chymiques pour ménager l'espace dans les Tables destinées à en contenir un grand nombre, & qui peuvent être rendus en toutes lettres de la manière suivante.



M. de Fourcroy présenta, en 1784, à l'Académie Royale des Sciences, un Mémoire, dans lequel il avoit également pour objet d'introduire les nombres dans l'explication des décompositions opérées par double affinité ; mais il ne faisoit alors entrer dans le calcul que l'estimation de la puissance, qui tendoit à maintenir celui des composés, dont il jugeoit la combinaison la plus forte : il a reconnu depuis que M. Kirwan avoit eu raison d'y comprendre les affinités des principes de l'autre composé, qui n'agissoient pas moins, quoiqu'elles fussent pour ainsi dire vaincues : c'est d'après le célèbre Académicien Anglois que je vais exposer cette théorie qui mérite la plus grande attention, puisque c'est la clef des opérations les plus compliquées de la Chymie.

Dans toute décomposition (dit M. Kirwan) il faut considérer, 1°. les forces qui s'opposent à la décomposition, ou qui tendent à conserver les corps dans leur état actuel ; 2°. les forces qui tendent à effectuer la décomposition, ou à former de nouveaux composés. Il a très-bien nommé les premières *affinités quiescentes*, & les dernières *affinités divellentes ;* ces dénominations sont tout à la fois claires, exactes & commodes ; nous en ferons dans la suite un fréquent usage.

Lors donc que la somme des affinités divellentes sera la plus forte, il y aura décomposition, & il n'y en aura point quand la somme des quiescentes l'emportera, ou seulement lorsqu'elle se trouvera égale. Pour

Pour rendre plus sensible l'application de ces principes, je placerai ici deux exemples de décomposition ou d'échange mutuel par double affinité, qui serviront en même temps à faire connoitre la manière que j'ai adoptée, de représenter symboliquement ce qui se passe dans ces opérations. Je choisirai à dessein pour ces exemples les circonstances les moins favorables, & les substances que l'on a cru jusqu'à présent les moins susceptibles d'une action efficace. On verra dans une autre Section jusqu'à quel point on peut se flatter de déterminer les affinités en nombres vrais, ceux que j'emploierai seront purement hypothétiques; mais ils garderont tous les rapports indiqués par l'observation, ce qui suffit à l'objet présent.

Soit l'affinité de l'acide muriatique avec la terre barotique = 36.

L'affinité du même acide avec la potasse pure ou caustique étant reconnue inférieure, je puis la supposer = 32.

L'acide méphitique ou air fixe est, comme on sait, un des acides les plus foibles; il a aussi plus d'affinité avec le barote qu'avec la potasse; je me trouverai donc dans les limites des rapports établis en estimant 14 la puissance avec laquelle il attire le barote, & 9 son affinité avec la potasse.

On voit maintenant pourquoi ni la potasse, ni l'acide méphitique, tant qu'ils sont seuls, ne peuvent décomposer le muriate barotique : avec la première, la force quiescente est 36, la force divellente est 32, il ne peut y avoir aucun changement; avec l'acide méphitique la disproportion est encore plus considérable, 14 ne peuvent l'emporter sur 36.

Il en est tout autrement, lorsqu'on présente au contact, d'un côté, le muriate barotique, c'est-à-dire, l'acide muriatique, & le barote; d'autre côté, le méphite de potasse, c'est-à-dire, l'acide méphitique & la potasse. Construisons le symbole de cette opération avec les nombres donnés, & en comparant les sommes des deux forces divellentes & quiescentes, il sera facile de prévoir l'événement.

Echange de bases entre le Muriate barotique & le Méphite de potasse, par la voie humide.

Muriate de potasse

	Acide muriatique	32	Potasse	
Muriate barotique	36	+	9] = 45	Méphite de potasse
	Barote	14	Acide méphitique	
		= 46		

Méphite barotique

La somme des forces divellentes ou qui tendent à détruire la composition actuelle, représentée par les nombres 32 + 14 = 46 de la ligne verticale, étant plus grande que la somme des forces quiescentes représentée par les nombres 36 + 9 = 45 de la ligne horisontale, il doit y avoir & il y a en effet décomposition & deux composés nouveaux.

Le second exemple que je vais donner sera encore plus frappant, puisque, d'une part, il s'agit de rompre la plus forte affinité que l'on connoisse jusqu'à présent, celle de l'acide vitriolique avec le barote, & que, de l'autre, le gas acide méphitique est un des instrumens de cette séparation, même à la chaleur du fourneau de fusion, c'est-à-dire, dans des circonstances où son affinité avec les corps fixes est encore affoiblie par sa grande volatilité.

Pour construire le symbole de cet autre phénomène, j'emploierai les mêmes nombres que nous donne déjà le précédent; & comme l'acide vitriolique est bien plus puissant que l'acide muriatique, comme il attire aussi plus fortement le barote que la potasse, tous les rapports connus seront observés, en supposant que le barote est attiré par cet acide avec une force de 65, & la potasse avec une force de 62.

Echange de bases entre le Spat pesant, ou Vitriol de Barote, & le Méphite de potasse, par la voie sèche.

Vitriol de potasse

	Acide vitriolique	62	Potasse	
Spat pesant	65	+	9] = 74	Méphite de potasse
	Barote	14	Acide méphitique	
		= 76		

Méphite barotique

La somme des forces quiescentes étant moindre que la somme des affinités divellentes, la décomposition doit s'opérer, & c'est ce que l'expérience nous a appris.

Pour prendre une juste idée des affinités doubles ou par concours, il ne suffit pas de savoir qu'elles déterminent des décompositions qui ne réussiroient pas sans elles; il faut s'attacher à saisir ce principe général, que *toutes les fois qu'il y a plus de trois corps, ce ne sont plus les affinités simples ou d'un corps à un corps qu'il faut considérer, comme devant décider les combinaisons, mais les sommes de toutes les affinités*

qui concourent au même but. Or, puiſque tout dépend du calcul des forces réunies, il peut auſſi bien arriver que, dans le cas de ce concours, une ſubſtance qui ſeule auroit rompu l'union de deux autres principes par ſon affinité ſupérieure, ne ſoit plus en état d'opérer cette ſéparation, quand elle eſt elle-même unie à une autre ſubſtance. Il n'y a rien là qui doive plus étonner que de voir deux ſubſtances exercer enſemble une action efficace, tandis qu'elle ſeroit impuiſſante ſi elles étoient ſéparées. C'eſt un réſultat bien plus fréquent qu'on ne l'imagine, & auquel les Chymiſtes ne me paroiſſent pas avoir fait juſqu'à préſent toute l'attention qu'il mérite. Comme il eſt abſolument contraire à celui dont ils ſe ſont plus particulièrement occupés, il pourroit être important de le diſtinguer ſous le nom d'*affinité double inverſe*. En voici un exemple.

L'affinité de l'acide vitriolique avec la potaſſe eſt plus grande que celle de l'acide muriatique avec la même baſe; auſſi dès qu'on préſente l'acide vitriolique au muriate de potaſſe, ce dernier eſt obligé de céder ſon alkali. Que cette décompoſition n'ait pas lieu, quand l'acide vitriolique eſt lui-même ſaturé d'une baſe avec laquelle il a encore plus d'affinité qu'avec la potaſſe, par exemple, quand il eſt uni au barote, cela paroîtra tout ſimple: mais que ſon action devienne impuiſſante, quoiqu'il ſoit moins attiré par la baſe qu'il tient, que par celle que lui apporte l'autre compoſé, c'eſt là proprement le cas de l'*affinité double inverſe*, parce qu'il ne peut dépendre que du calcul des forces réunies, & que la puiſſance divellente eſt affoiblie au lieu d'être augmentée par le concours.

Ce phénomène peut être repréſenté de la manière ſuivante.

Non-décompoſition du Muriate de Potaſſe par le Vitriol calcaire.

	Acide vitriolique	62	Potaſſe	
Vitriol calcaire	54	+	32] = 86	Muriate de potaſſe
	Chaux	20	Acide muriatique	
		= 82		

82, ſomme des forces divellentes, étant plus foible que 86, ſomme des forces quieſcentes, tout reſte comme avant le mélange.

Quoique l'effet inverſe des affinités doubles ſoit ſuffiſamment caractériſé dans cet exemple, il l'eſt bien davantage lorſque les deux ſubſtances qui conſtituent l'un des compoſés, ont également le pouvoir de rompre l'union de l'autre. Ce phénomène eſt très-commun; je ne ſache pas cependant qu'on en ait fait la remarque; la raiſon eſt qu'on étoit prévenu de l'idée que, quand une fois deux principes qui avoient entre eux une très-forte affinité, ſe ſaturoient réciproquement, on ne devoit pas eſpérer de rompre cette union, à moins que l'on ne découvrît quelque ſubſtance qui eût une affinité encore plus forte avec l'un ou l'autre de ces principes; or il n'eſt plus permis de retomber dans cette erreur depuis qu'il eſt démontré que, dans les affinités par concours, ce n'eſt pas une ſeule affinité, quelque grande qu'on la ſuppoſe, mais la ſomme des affinités qui maintient ou qui change la compoſition; depuis que nous avons vu le ſpat peſant, la plus forte des combinaiſons ſalines connues, céder à l'action combinée de l'acide méphitique & de la potaſſe. Je ne crains pas qu'on me demande à quoi pourra ſervir de recueillir & de comparer tous les cas où il n'y a ni décompoſition, ni compoſition nouvelle; nous ne ſommes plus dans cet âge de la Chymie, où une grande vérité excitoit moins d'intérêt qu'une petite manipulation: je ferai voir bientôt que c'eſt une des données les plus utiles pour arriver à l'eſtimation des forces d'affinité, en reſſerrant conſidérablement les limites des rapports dans leſquelles nous avons été obligés juſqu'à ce moment de prendre les nombres qui les repréſentent.

Pour donner un exemple de cette affinité double inverſe, j'obſerverai d'abord qu'il eſt bien certain que l'acète calcaire eſt décompoſé par la ſoude qui s'empare de ſon acide; qu'il eſt également connu que l'acide muriatique décompoſe ce ſel en lui prenant ſa baſe; enfin, qu'il n'y a aucun changement quand on mêle les diſſolutions d'acète calcaire & de muriate de ſoude.

Appliquons maintenant à cette eſpèce les nombres que nous avons déjà employés ailleurs, qui nous ont donné dans d'autres circonſtances des réſultats tout contraires, & nous verrons qu'ils quadrent encore parfaitement avec l'obſervation.

Exemple de non-décompoſition par affinité double inverſe.

	Acide acéteux	25	Soude	
Acète calcaire	19	+	28] = 47	Muriate de ſoude
	Chaux	20	Acide muriatique	
		= 45		

Ainſi, les forces quieſcentes ont l'avantage, il ne

peut y avoir aucun changement, & ce résultat, au lieu d'être l'effet d'une seule affinité supérieure, est réellement déterminé par l'excès du total des attractions qui concourent à maintenir les composés dans leur état actuel, sur le total des forces contraires.

Avant que d'aller plus loin, il ne sera pas inutile de fixer les règles d'après lesquelles il convient de construire ces figures ou symboles du jeu des affinités, puisqu'il y a lieu de croire que l'usage en deviendra plus commun à mesure que l'on aura à réunir un plus grand nombre d'observations de ce genre, & qu'ils ne peuvent être avantageux qu'autant qu'ils seront assujettis à des principes clairs & des formes non équivoques.

1°. A l'imitation de Bergman, qui le premier a employé ces figures, nous y représentons séparément les composés & les parties composantes. Les composés sont placés à droite & à gauche, en dehors des accolades perpendiculaires; ils servent à indiquer dans quel état de composition actuelle les principes sont livrés au jeu des affinités, ce qui est un des points essentiels. Les parties composantes sont au contraire disposées dans l'espace renfermé par les deux accolades, mais de manière que chacune des parties composantes, qui est alors séparée, se trouve du même côté que le composé auquel elle appartient, afin de montrer ou de rappeller, s'il en est besoin, les produits & les élémens de la composition. Sous le nom de parties composantes ou d'élémens, on ne doit entendre ici que les substances dont l'union peut être rompue, par exemple, l'acide & la base d'un sel, qui sont assurément très-éloignés d'être des matières simples dans la rigueur des termes.

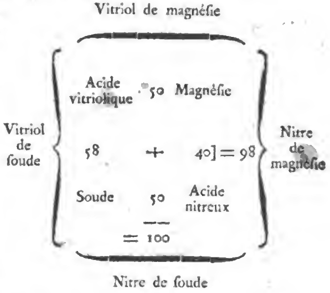
2°. On observe de placer toujours les acides ou autres dissolvans vis-à-vis des bases, c'est-à-dire, l'acide d'un des sels & la base de l'autre sur la même ligne horisontale, afin que, s'il y a nouvelle composition, ils se trouvent d'avance rapprochés de leurs produits.

3°. Lorsqu'il n'y a aucun changement, on laisse la figure en cet état. Tout ce que l'on y ajouteroit seroit superflu ou même embarrassant; à la réserve pourtant des nombres dont il sera question dans un instant. J'ai donné un exemple de cette figure, en parlant ci-dessus de la non-décomposition par affinité double inverse.

4°. Si les affinités donnent lieu à de nouveaux composés, il me paroit indispensable de les écrire ou de les représenter au dessus & au dessous en dehors des accolades. Je ne puis comprendre pour quelle raison Bergman les a quelquefois omis dans ses Tables, puisque c'est la première chose qui doit frapper les yeux pour annoncer s'il y a, ou non, décomposition.

5°. Mais ces nouveaux composés peuvent rester en dissolution; ils peuvent former des précipités, des sublimés; ils peuvent enfin être en partie dissous, en partie précipités: on conviendra sans doute qu'il y auroit un grand avantage à désigner tout de suite ces différens états; c'est pour y parvenir, que je vais proposer de légers changemens à la manière dont Bergman a employé ce qu'il appelloit *virgulæ horisontales*, que nous rendrons par ces mots usités dans l'art de l'Imprimerie *accolades* horisontales.

Quand les deux nouveaux produits restent dissous dans la liqueur, je termine simplement le haut & le bas de la figure par deux lignes horisontales, ou par deux crochets prolongés, sans pointe saillante au milieu, à peu près en cette forme.



C'est pour n'avoir pas noté ce phénomène particulier, que M. Quatremere Dijonval a été induit à nier la décomposition du vitriol de soude par le muriate magnésien (*Journ. phys. tom. XIX. pag. 392*); décomposition qui n'est pas moins complette, quoique les deux nouveaux composés soient solubles, & dont il est facile d'acquérir la preuve par la crystallisation des sels. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE, §. VI.

Il est donc réellement intéressant de diversifier ces signes suivant les différens phénomènes qui peuvent accompagner ces décompositions. Voici ce qui m'a paru le plus simple pour les faire correspondre à tous les cas possibles.

Quand les deux composés restent *dissous* dans la liqueur, les deux accolades horisontales sont ainsi figurées:



Quand les deux produits de l'affinité sont des *précipités*, les accolades horisontales prennent cette forme:



Elle convient le plus ordinairement aux opérations par la voie sèche.

Quand les deux produits sont des *sublimés*, je désigne ce cas, ainsi que Bergman l'a pratiqué, en

tournant vers le haut la pointe de ces accolades.



Un des produits restant dissous & l'autre sublimé les accolades prennent cette disposition.



S'il y en a un dissous, un autre précipité, ces deux figures se trouvent renversées.



Enfin, s'il y en a un partie dissous & partie sublimé, & un autre partie dissous, partie précipité, ces quatre états sont représentés de cette manière:



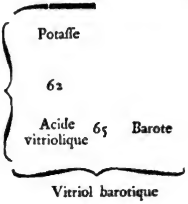
Et ainsi de tous les autres cas dont il sera facile, d'après ces exemples, d'entendre & de construire les figures.

6°. Nous ne devons pas omettre ce que Bergman a très-bien remarqué, que ces symboles expriment à la fois les résultats de deux expériences différentes; car, quand on fait qu'il y a ou qu'il n'y a pas décomposition lors du mélange de deux sels, on peut conclure en toute assurance l'événement contraire dans le cas où, au lieu de deux sels, on mêleroit deux autres formés réciproquement de l'acide de l'un & de la base de l'autre. Ainsi, dans l'emblême rapporté ci-dessus (*n°. 5*), on doit lire en même temps & que le vitriol de soude est décomposé par le nitre de magnésie, & que le vitriol de magnésie ne décompose pas le nitre de soude.

7°. Quoique ces symboles ne soient pas dans le même degré d'utilité, pour expliquer ce qui se passe dans les affinités de composition où il n'y a en jeu que trois substances, il y a néanmoins des occasions où l'on pensera, avec le célèbre Professeur d'Upsal, qu'il est avantageux de les employer, & sur-tout lorsqu'à l'aide des caractères chymiques on veut resserrer dans un même Tableau une suite d'observations qui, sans cela, exigeroient de longs discours.

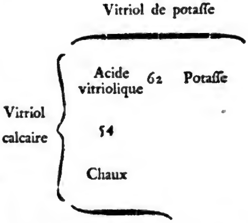
Ces symboles des affinités de trois corps se construisent absolument sur les mêmes principes qui viennent d'être exposés, comme on peut en juger par les deux exemples suivans.

Décomposition du Vitriol de potasse par le barote ou terre base du spat pesant, par la voie humide.



On voit tout de suite que la décomposition a lieu, parce que 65 est plus grand que 62 d'affinité, que le nouveau produit se précipite comme insoluble, & que la potasse reste dans la liqueur.

Décomposition du Vitriol calcaire par la potasse, par la voie humide.



La disposition des accolades horisontales annonce ici que le nouveau sel reste dissous dans la liqueur, & que la base terreuse se précipite.

Il faut appliquer à ces symboles ce que nous avons dit de ceux qui représentent les affinités doubles; ils expriment également deux résultats, c'est-à-dire, que puisque la potasse décompose le vitriol calcaire, la chaux ne décomposeroit pas le vitriol de potasse; cette composition différente n'empêchant pas que les affinités ne fussent toujours entre elles :: 62 : 54.

Si, au lieu d'exprimer nuement par ces figures qu'il y a, ou non, précipitation, on s'attache, comme je l'ai fait, à y porter des évaluations numériques plus ou moins approchées des affinités, leur utilité ne sera plus un problème, & on ne tardera pas à s'appercevoir qu'un des plus sûrs moyens de remplacer ces valeurs hypothétiques par des valeurs réelles, est de les transporter souvent d'un cas dans un autre, de les essayer, pour ainsi dire, par leur application à tous les phénomènes, parce qu'elles ne peuvent être exactes

qu'autant qu'elles s'accordent avec toutes les observations.

8°. Les *nombres* qui représentent les rapports d'affinité, sont, comme l'on voit, la partie la plus importante de ces symboles, mais aussi la plus difficile. Avant de terminer cet article, je m'en occuperai dans des vues plus étendues & avec tous les détails qu'elles exigent ; il suffira maintenant d'être bien averti que les nombres que j'ai employés dans les exemples précédens, n'ont, dans le fait, aucune base certaine ; mais puisqu'ils quadrent déjà avec un assez grand nombre d'observations les plus familières, on peut en faire usage sans inconvénient, jusqu'à ce qu'on ait reconnu la nécessité de les changer pour les accorder avec d'autres résultats.

Ces nombres sont différens de ceux qu'avoient proposés MM. Kirwan & de Fourcroy, & voici les raisons qui me les ont fait préférer.

Les valeurs assignées par le célèbre Académicien de Londres sont prises des quantités nécessaires à la saturation ; & ce système, que l'Auteur a appuyé sur les expériences les plus ingénieuses, n'est pourtant pas à l'abri de toute objection, comme on en pourra juger par l'examen que j'en ferai dans une des Sections de ce paragraphe.

Les nombres de M. de Fourcroy sont, comme les miens, de simples rapports indiqués par les phénomènes connus ; mais ils ont, ce me semble, l'inconvénient d'être beaucoup trop petits, de circonscrire ces rapports dans un espace très-borné, & qui ne permettroit d'y placer des puissances d'un degré intermédiaire, qu'en employant des fractions & des fractions de fractions, dont l'usage deviendroit très-incommode. Les valeurs que j'ai substituées à celles de M. de Fourcroy, sont certainement encore trop foibles ; on n'en pourra douter, si l'on considère seulement que la Chymie compte aujourd'hui 26 acides ; que, du plus foible au plus fort, il doit y avoir conséquemment une échelle de 26 rapports différens, & qu'en multipliant tous mes nombres par 26, on n'auroit encore guère plus d'une unité pour différence, ou pour latitude de chacun de ces rapports ; tandis que des expériences journalières nous démontrent que dans la nature ces rapports sont fort éloignés de suivre cette progression uniforme.

Pour donner plus de poids à ces réflexions, & pour faire connoître en même temps les moyens que nous avons de rectifier ces évaluations, je rapporterai ici deux des observations qui ont le plus servi à me convaincre de la nécessité de les exprimer par des nombres plus élevés.

On sait que le nitre calcaire décompose le muriate de potasse, & qu'il ne décompose pas le muriate de soude ; ce qui paroît au premier coup d'œil d'autant plus étonnant, qu'il est bien certain d'ailleurs que l'acide muriatique a encore plus d'affinité avec la potasse qu'avec la soude, c'est-à-dire, avec la base qu'il se laisse enlever, qu'avec la base qu'il retient ; quoique dans les deux opérations l'acide décomposant se trouve absolument, dans les mêmes circonstances, en union avec la même terre, ayant à vaincre l'affinité du même acide. Je compris facilement que la solution de ce problême devoit se trouver dans les principes des affinités doubles ou par concours ; j'essayai donc de lui appliquer les nombres donnés par M. de Fourcroy, qui sont :

Pour l'affinité de l'acide nitreux,	avec la potasse, 7 avec la soude, 6 avec la chaux, 4
Pour l'affinité de l'acide muriatique.	avec la potasse, 6 avec la soude, 5 avec la chaux, 3

Mais quoique ces nombres représentent assez bien l'ordre de puissance des deux acides & l'inégalité de force avec laquelle chacun d'eux attire les trois bases, je reconnus bientôt qu'ils ne pouvoient convenir aux cas dont il s'agit, puisqu'ils donnoient pour tous les deux égalité de forces divellentes & quiescentes, tandis que par l'expérience les résultats étoient contraires.

Le calcul établi sur les nombres de M. Kirwan s'accordoit encore moins avec l'observation ; il donnoit *pour le premier cas :*

Somme des forces divellentes, $215 + 89 = 304$
Somme des forces quiescentes, $96 + 215 = 311$

Il donnoit *pour le second cas :*

Somme des forces divellentes, $165 + 89 = 254$
Somme des forces quiescentes, $96 + 158 = 254$

C'est-à-dire, que pour le premier cas il annonçoit non-décomposition, tandis qu'il y a décomposition ; & que pour le second, il n'en resultoit qu'un équilibre parfait des deux puissances contraires, qui, à supposer qu'il puisse se rencontrer avec une telle précision dans l'infinie variété des forces attractives des différens corps, maintiendroit infailliblement l'état actuel de composition plutôt que de le changer. J'ajoute que cet équilibre ne peut être admis, toutes les fois que la non-décomposition décide en même temps l'échange de bases, dans le cas d'une composition différente avec les quatre mêmes principes ; car il faut bien pour-lors qu'il y ait excès d'un côté.

En prenant des nombres seulement un peu plus élevés que ceux de M. de Fourcroy, je suis parvenu à les faire servir à l'explication de ces deux phénomènes, en même temps qu'ils gardoient tous les autres rapports connus. *Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE, §. *VI*, *n.* 5, & ACIDE NITREUX, §. *III* (1).

(1) C'est par erreur que l'on a mis des accolades horisontales dans le deuxième symbole de la page 149. Il faut aussi substituer deux lignes droites, ou deux crochets simples, aux deux accolades horisontales du premier symbole de la même page. Enfin, à la page 384 les mêmes accolades doivent être corrigées pour annoncer la solubilité des nouveaux sels, d'après ce qui a été dit en cette Section.

La feconde obfervation que j'ai annoncée fur le même fujet, n'eft pas moins propre à diriger dans la recherche de ces nombres.

Lorfque j'ai voulu former le fymbole de la *non-décompofition* de l'acète calcaire par le muriate de foude (ce qui, comme je l'ai fait remarquer, décide également la *décompofition* de l'acète de foude par le muriate calcaire) j'ai effayé d'abord d'appliquer à ces deux cas les nombres que j'avois été obligé de fubftituer à ceux de M. de Fourcroy (pour les faire quadrer avec les deux réfultats contraires précédemment indiqués) en faifant les expreffions de l'affinité de l'acide acéteux avec la foude & la chaux, moindres d'une unité que celles de l'acide muriatique, parce qu'on fait que ce dernier acide lui eft fupérieur. Mais le calcul n'annonçoit que l'équilibre, & ce n'eft qu'en élevant à la fois toutes les quantités relatives dans des proportions un peu différentes, que j'ai pu donner une expreffion à l'excès de puiffance, fans rompre les nombres & fans contredire d'autres rapports également conftatés par l'expérience.

Ainfi, tout concourt à démontrer que ce n'eft qu'en multipliant ces fuppofitions, en les effayant fans ceffe par de nouvelles applications à tous les cas qui fe préfenteront, que l'on peut fe flatter d'approcher de la réalité. C'eft ce qui m'engage à donner ici la Table des nombres que j'ai cru devoir employer jufqu'à préfent, pour exprimer les affinités de cinq acides avec les terres & les alkalis, en avertiffant de nouveau que ce ne font que des apperçus qui n'ont point encore de bafe fixe, & que je me réferve de changer moi-même & de rectifier, quand j'en trouverai l'occafion.

TABLE *des expreffions numériques des affinités de cinq acides & de fept bafes, fuivant les rapports conftans indiqués par les obfervations les plus familières.*

	Acide vitriolique	Acide nitreux	Acide muriatique	Acide acéteux (*)	Acide méphitique
Barote	65	62	36	29	14
Potaffe	62	58	32	26	9
Soude	58	50	28	25	8
Chaux	54	44	20	19	12
Ammoniac	46	38	14	20	4
Magnéfie	50	40	16	17	6
Alumine	40	36	10	15	2

L'ordre des affinités indiqué par les Tables à la manière de Geoffroy peut fuffire, lorfqu'il n'eft queftion que de prévoir le réfultat du contact de trois corps, ou, comme on le dit ordinairement, de juger s'il y aura, ou non, précipitation par l'addition d'une troifième fubftance. La perfection de ces Tables eft un acheminement néceffaire à la découverte des rapports vrais; mais dès qu'il y a plus de trois fubftances en jeu, ces rapports qui ne font déterminés que par le rang qu'elles occupent dans

(*) On pourra être furpris de trouver dans cette colonne l'expreffion de l'affinité de cet acide avec l'ammoniac plus forte que celle du même acide avec la chaux, tandis qu'à l'article *acide acéteux*, j'ai indiqué un ordre différent; lorfque je rédigeai cet article, je n'avois encore que la première édition de la Differtation de Bergman, en 1775, au lieu que je fuis ici les changemens qu'il a faits dans fes dernières Tables en 1783. Je me fuis affuré qu'en effet l'ammoniac cauftique troubloit la diffolution d'acète calcaire, & que l'eau de chaux verfée dans la diffolution d'acète ammoniacal, n'en dégageoit pas l'odeur d'alkali volatil.

ces Tables, ne sont plus d'aucun secours pour annoncer ni pour expliquer les phénomènes. C'est une vérité qui me paroît clairement établie par tout ce que je viens de dire des affinités par concours.

Il ne faut pas croire cependant que toutes les fois que, dans un mêlange, on peut compter plus de trois substances, ce soit nécessairement le cas des affinités doubles ou par concours. La règle, pour les bien distinguer, est que chacun des corps qui devient partie composante d'un nouveau produit, perde lui-même, & par un effet simultané, un principe qui le mettoit auparavant dans un état de composition différent.

Par exemple, Bergman a compris dans sa Table d'affinités doubles le cas où un métal est précipité de sa dissolution acide, par un autre métal, avec l'éclat métallique, & cela est très-juste dans l'hypothèse de Stahl, suivant laquelle le métal précipitant perd le phlogistique qui est repris par le métal précipité. Mais pour ceux qui pensent avec M. Lavoisier que les métaux ne perdent rien en passant à l'état de chaux, & que le changement qu'ils éprouvent n'est dû qu'à leur combinaison avec l'air vital; il est bien évident qu'il n'y a plus ni double échange, ni double décomposition, & que le produit ne peut être déterminé par le concours des affinités.

Quoiqu'il y ait donc bien réellement quatre substances distinctes dans le mélange dont il s'agit; savoir, d'un côté, l'acide, le métal dissous & le principe acidifiant; & d'autre côté, le métal précipitant; c'est alors tout simplement le métal précipitant qui s'empare du principe acidifiant de l'autre métal en vertu de son affinité supérieure; & comme, d'une part, cette composition le dispose à s'unir au dissolvant acide; que, d'autre part, le métal précédemment dissous se trouve avoir perdu un principe sans lequel il ne peut entrer dans les combinaisons acides, il faut bien qu'il reparoisse tel qu'il étoit avant la dissolution; c'est-à-dire, ayant perdu ce qui masquoit ses propriétés métalliques, mais sans avoir rien acquis lui-même, & sans faire partie d'aucune composition nouvelle.

On voit par-là combien il devient important de connoître les affinités du principe acidifiant, puisqu'il est présentement bien vérifié qu'il existe dans les chaux métalliques comme dans les acides. (*Voy.* AIR VITAL, ACIDE & ACIDE MÉTALLIQUE). Son influence dans un très-grand nombre d'opérations n'avoit pas échappé à Bergman, qui lui a le premier donné une place dans les Tables d'affinités, & qui nous a appris que ce n'étoit point les métaux, mais les chaux métalliques qui avoient affinité avec les acides. Cependant, ce grand Chymiste a laissé toute cette colonne à remplir dans sa Table, & c'est à M. Lavoisier que l'on doit les premières recherches des affinités de ce principe; on les trouvera à l'article où je m'occupe de ses propriétés.

V. J'ai annoncé, en commençant cette Section, que les Chymistes avoient admis une affinité *réciproque*. La première observation qui a paru fonder cette dénomination, est du célèbre Margraff, dans sa Dissertation sur le sel commun. L'acide nitreux (dit-il) traité à la distillation avec le sel commun, dégage l'acide muriatique, & il n'y a rien là de bien surprenant, puisque l'acide le plus fort doit chasser le plus foible & lui prendre sa base alkaline; mais c'est une chose toute particulière, que l'acide muriatique pur chasse *à son tour* l'acide nitreux, aussi bien du nitre de potasse que du nitre de soude, lorsqu'on distille de même l'acide muriatique sur ces sels: car, si après avoir poussé le feu jusqu'à l'incandescence, on redissout la matière saline restée dans la cornue, la liqueur fournit par l'évaporation du vrai muriate de potasse, ou du vrai muriate de soude, mêlé, à la vérité, d'une portion de sel nitreux non décomposé.

Une autre observation de M. Baumé présente encore quelque chose de plus spécieux. Il a fait dissoudre, à l'aide d'une douce chaleur, du vitriol de potasse dans une quantité à peu près égale en poids d'acide nitreux; la liqueur refroidie & filtrée lui a fourni, par l'évaporation, une très-grande quantité de crystaux de nitre. Ainsi, l'acide nitreux, qui cède ordinairement la base alkaline à l'acide vitriolique plus puissant, la lui reprend dans cette opération. Ce phénomène a lieu avec le vitriol de soude, comme avec le vitriol de potasse, & une portion de ces sels est aussi décomposée par l'acide muriatique.

D'après cette réciprocité d'effets, on a imaginé qu'il devoit y avoir une cause réciproque, c'est-à-dire, que la même puissance pouvoit produire deux effets différens, ou même contraires, & déterminer alternativement la décomposition du nitre de potasse par l'acide vitriolique, & la décomposition du vitriol de potasse par l'acide nitreux. Les principes que j'ai exposés dans cet article me dispensent d'insister sur l'absurdité d'une pareille supposition; d'autant plus qu'il n'est personne qui n'apperçoive, au premier coup d'œil, que s'il pouvoit y avoir réellement une égalité absolue de force attractive entre ces acides & les bases, qu'ils s'enlèvent mutuellement, cette égalité tendroit infailliblement plutôt à maintenir, qu'à détruire la composition préexistante. Aussi faut-il convenir que dans le nombre de ceux qui ont adopté l'expression d'affinité réciproque, il en est bien peu qui n'aient averti en même temps que cette réciprocité apparente étoit due à quelques circonstances particulières.

Ces circonstances sont présentement connues, ou du moins suffisamment indiquées, pour nous déterminer à proscrire entièrement cette expression, qui ne pourroit servir qu'à perpétuer des idées fausses. Quand l'acide muriatique décompose le nitre de potasse ou de soude, ce n'est pas, comme l'a cru M. Cornette, que l'acide muriatique concentré soit réellement plus puissant, & qu'il faille en conséquence réformer nos Tables d'affinité, ou les présenter sous

un point de vue moins général (*Mém. de l'Acad. R. de Sciences*, *ann. 1778*, *pag. 60*); c'eſt, comme l'a très-bien prouvé M. Berthollet, dans un Mémoire lu à l'Académie le 19 Avril 1785, que l'acide nitreux ſe décompoſe dans cette opération, qu'il donne une partie de ſon air vital à l'acide muriatique, & le change par-là en acide muriatique déphlogiſtiqué. L'odeur d'eau régale obſervée par M. Cornette lui-même ne laiſſe aucun doute ſur la vérité de cette explication.

Pour ce qui eſt de la décompoſition des vitriols alkalins par les acides nitreux & muriatique, elle procède néceſſairement d'une cauſe toute différente. J'expoſerai ailleurs en détail ce qui a été propoſé par deux ſavans Chymiſtes, MM. Bergman & Kirwan, pour faire diſparoitre les anomalies qui réſultent de ces décompoſitions (*Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE, §. *VI*, *n. V*). Je me bornerai à annoncer ici leurs opinions.

M. Kirwan regarde ces décompoſitions comme produites par une double affinité entre l'alkali, les acides & la matière de la chaleur; affinité qui ſuffit pour décider l'échange; la chaleur ſpécifique de ces acides étant différente, & leur affinité avec les alkalis fixes étant égale dans ſon ſyſtème.

Bergman avoit obſervé que pluſieurs ſels avoient la propriété de ſe charger par excès de l'un de leurs principes; il imagina que cette portion, qui ſe trouvoit en excès, ne pouvoit pas être attirée & retenue avec la même force; il en conclut que, puiſque les vitriols alkalins n'étoient jamais décompoſés qu'en partie par les acides nitreux & muriatique, ces derniers ne faiſoient réellement que s'approprier la portion de baſe alkaline qui étoit en excès. Cette explication a été adoptée & confirmée par M. Berthollet, qui, dans le Mémoire ci-deſſus cité, a fait voir contre M. Cornette, que la décompoſition des vitriols alkalins n'étoit jamais entière; que lorſqu'on pouſſoit à un grand feu le mélange de vitriol de ſoude & d'acide muriatique fumant, le ſel commun formé d'abord de la portion de ſoude en excès, étoit décompoſé, parce que la chaleur diſpoſant l'acide muriatique à ſe volatiliſer, ſon affinité avec l'alkali devenoit plus foible; enfin, que le vitriol de potaſſe chargé de tout l'excès d'acide qu'il peut retenir au feu d'incandeſcence (qui eſt de 159 grains par once, ou de 0,27604 de ſon poids), décompoſoit auſſi le muriate de potaſſe, à raiſon de cette portion ſurabondante d'acide.

Y a-t-il véritablement divers degrés de ſaturation d'un même ſel? ou bien l'union qu'il contracte avec la portion excédente à la ſaturation, n'eſt-elle que l'effet d'une ſurcompoſition comme avec un troiſième corps étranger? Voilà une queſtion qui mérite toute notre attention, non-ſeulement parce qu'elle intéreſſe la théorie générale de l'attraction chymique, mais encore par la néceſſité de bien connoître le genre de cette affinité avant que de penſer à la ſoumettre au calcul, ou même à en déduire une explication ſatiſfaiſante des phénomènes qui en dépendent.

J'avoue que l'idée de divers degrés de ſaturation d'un corps par un même corps, me paroit répugner à toutes les notions que nous avons acquiſes juſqu'à ce jour, de la manière dont ſe font les combinaiſons. Je conçois très-bien que le point de ſaturation de l'eau par un ſel peut changer ſuivant ſa température, que l'eau plus froide peut abſorber plus de gas acide; l'augmentation ou la diminution de la matière de la chaleur dans le diſſolvant, changeant la diſpoſition reſpective, la denſité, peut-être la figure de ſes molécules, il n'eſt pas étonnant que leur force attractive ſe trouve auſſi modifiée par ces changemens; qu'ils donnent lieu à un contact plus ou moins parfait; & que la puiſſance d'affinité devienne capable, par ce moyen, de ſouſtraire à la loi de la gravitation une plus grande quantité de matière dans un cas que dans l'autre: mais nous n'avons rien de ſemblable dans l'hypothèſe dont il s'agit; les circonſtances ſont les mêmes, le point de ſaturation ne peut varier, puiſqu'il n'eſt que l'effet d'une cauſe qui ne change pas.

Pour rendre cette vérité plus ſenſible, demandons ce que l'on entend par ſaturation; tous les Chymiſtes répondront qu'ils entendent cet état d'un compoſé tel que l'une de ſes parties compoſantes ne peut recevoir ni retenir en combinaiſon une plus grande quantité de l'autre. Telle eſt l'acception naturelle & néceſſaire du mot *ſaturation*, ſans laquelle il devient vuide de ſens: or, ſuppoſer, en conſervant cette acception, qu'une ſubſtance peut être ſaturée par des quantités différentes d'une même ſubſtance, c'eſt réellement affirmer les deux contradictoires.

Je ſuis fort éloigné de vouloir réduire ce problème important à une pure queſtion de mots; mais il me ſemble que la première choſe eſt de convenir de la valeur des termes qu'on emploie, ſi l'on ne veut s'expoſer à tout confondre. Sans nous départir de ce principe, examinons avec un peu plus d'attention ce qui ſe paſſe dans ces prétendues ſaturations à diverſes doſes, eſſayons ſur-tout de rapprocher tous les faits analogues, de les généraliſer en les ramenant à des cauſes plus phyſiques, & nous arriverons à une ſolution plus ſatisfaiſante.

L'effet ordinaire de toute ſaturation, & qui peut ſans doute ſervir à en déterminer le point abſolu d'une manière invariable, eſt que les deux parties compoſantes perdent autant qu'il eſt poſſible de leurs propriétés particulières, pour ne plus manifeſter que des propriétés nouvelles, également étrangères à l'une & à l'autre. Lorſque cela n'arrive pas, la tendance à l'union n'eſt pas moins ſatisfaite, comme quand l'eau eſt chargée de tout ce qu'elle peut diſſoudre d'un acide concret; & il y a par conſéquent ſaturation, quoique l'acide continue d'altérer encore les couleurs bleues végétales; mais lorſque cela arrive, on a un indice plus ſûr du terme de cette ſaturation. C'eſt d'après cela que l'on a donné à quelques ſels le nom de ſels neutres parfaits.

Cependant, rien n'empêche que lorſqu'on préſente

à un de ces sels neutres parfaits une nouvelle quantité d'un de leurs principes, il n'y ait encore entre ces deux substances une force attractive, & même dans un degré capable de produire dissolution, combinaison ou affinité ; mais ce qu'il faut bien remarquer, c'est que cette affinité n'est plus de l'acide à la base ou de la base à l'acide, mais du composé neutre avec la portion ajoutée ; d'où il suit, 1°. que cela ne touche pas à la composition préexistante qui subsiste dans son intégrité, comme si le sel neutre étoit surcomposé par une substance étrangère ; 2°. que le point de saturation n'en est pas changé ; 3°. enfin, que la puissance qui unit cette portion ajoutée au sel neutre, peut être beaucoup plus foible que celle qui unit la même substance à la même substance au point de saturation, sans qu'il en résulte aucune contradiction. Les exemples qui fondent cette étiologie ne sont pas rares, j'en choisirai quelques-uns où il sera facile de la suivre.

Le vitriol de barote, ou spat pesant, est, de l'aveu de tous les Chymistes, une des combinaisons les plus fermes, un des sels les plus parfaits que l'on connoisse ; si on fait bouillir sur ce sel terreux de l'acide vitriolique concentré, la liqueur décantée est claire & limpide, elle conserve très-sensiblement les propriétés acides ; mais elle tient une quantité considérable de vitriol barotique, que l'on peut en séparer sur-le-champ par la seule addition de l'eau. Il y a donc affinité entre l'acide & le sel, sans cela il n'y auroit point de dissolution ; mais cette affinité n'est plus celle de l'acide avec la base, elle est même bien éloignée d'avoir le même degré de puissance, puisqu'elle est encore au dessous de celle que l'acide a lui-même avec l'eau.

On conçoit dès-lors, que si l'on vouloit se rendre compte du jeu de ces affinités, en les représentant & les exprimant en nombres dans un symbole, il faudroit bien se garder de diviser les parties composantes du vitriol de barote, & de les disposer comme dans les symboles d'affinités doubles, puisque ce sel ne joue en effet que le rôle d'un corps simple, soit dans la dissolution de ce sel par l'excès de son acide, soit lors de sa précipitation par l'eau pure. Il ne sera pas inutile d'en donner ici la figure pour servir d'exemple dans tous les cas semblables.

Pour construire cette figure symbolique, il faut d'abord déterminer les nombres qui doivent y entrer. On a vu précédemment que l'affinité de l'acide vitriolique avec le barote, ou terre base du spat pesant, étoit = 65 ; mais ce n'est pas cette puissance dont il peut être ici question, elle seroit trop disproportionnée à l'effet ; l'affinité qui unit le spat pesant à l'acide est nécessairement beaucoup plus foible, elle est même très-certainement inférieure à celle de l'acide avec l'eau, puisque l'expérience nous apprend que celle-ci l'emporte : je puis donc supposer, sans m'écarter d'aucun des rapports indiqués par les faits, que cette affinité de l'acide avec le spat pesant n'est que = 4, tandis que l'affinité de l'acide avec l'eau est = 6.

Ces nombres ainsi déterminés, on peut se rendre compte facilement & de la manière dont s'opère la surcomposition du sel neutre avec son propre acide, & de la manière dont elle cesse, parce que cet acide, uni à l'eau, n'a plus d'affinité avec lui, ou ne l'attire pas assez pour le tenir en dissolution.

Exemple de l'affinité d'un Sel neutre avec un excès de son acide, & de la séparation de cet excès par une autre affinité simple de composition.

Acide vitriolique délayé

Dissolution de vitriol de barote dans son acide

Acide vitriolique *en excès* — 6 — Eau

4

Vitriol de barote

Vitriol de barote

Cette distinction de l'affinité de deux substances entre elles, & de l'affinité du composé qui en résulte avec l'une de ces substances, est d'autant plus importante, qu'elle devient, à ce qu'il me semble, la clef d'un grand nombre de phénomènes jusqu'ici très-obscurs, tels que la crystallisation de certains sels avec excès d'acide, ou avec excès de base, l'efflorescence à laquelle plusieurs sont sujets, la déliquescence des uns, l'insolubilité de quelques autres, les précipitations par l'eau pure, la décomposition spontanée de quelques dissolutions métalliques, enfin, l'incertitude des limites entre lesquelles s'étend ou se resserre si diversement ce que nous appellons le point de saturation.

L'alun se crystallise avec excès d'acide ; il en est de même du vitriol de potasse ; le tartre de potasse avec excès d'acide est non-seulement plus disposé à prendre la forme crystalline, mais même beaucoup moins soluble que celui que l'on regarde comme neutre ; l'arséniate de potasse, qui prend si facilement la forme concrète quand l'acide y est dominant, refuse absolument de crystalliser quand la base y est en plus grande quantité. Au contraire, le muriate & l'acète de plomb se surchargent de la chaux de ce métal ; le phosphate qu'on dit sursaturé de soude, & le borax donnent des crystaux avec excès de base.

A côté de ces faits, en apparence déjà si incohérens, plaçons ceux qui tiennent plus directement aux affinités. Le vitriol de potasse avec excès d'acide décompose le nitre & le sel commun ; l'acide ni-

treux, l'acide muriatique, & même l'acide tartareux s'approprient cette portion de la base du vitriol de potasse qui est nécessaire à sa saturation; le phosphate calcaire est précipité sans décomposition de sa dissolution acide par les alkalis fixes, comme le vitriol de barote l'est par l'eau; l'alun lui-même ne donne à la première affusion de l'alkali qu'un précipité de ce sel surchargé de sa base; l'eau pure fait cesser l'union des acides vitriolique & benzonique; enfin, l'acide tartareux cède à l'acide acéteux, plus foible, cette portion d'alkali qui le met en état de sel neutre parfait.

Pour ramener tous ces phénomènes à une loi uniforme, suffira-t-il de dire, avec le célèbre Bergman, qu'il faut distinguer, par exemple, dans la décomposition partielle du vitriol de potasse trois forces: celle avec laquelle la portion non décomposée attire un excès d'acide; celle avec laquelle la portion qui doit être décomposée retient sa base alkaline, & celle de l'acide nitreux avec cette base (*Opuscul. Dissertat. XXXIII*, §. *9*)? Il me paroît que ce n'est pas indiquer encore assez clairement le principe général, & qu'il faut prononcer nettement, 1°. que la décomposition dont il s'agit est l'effet d'une affinité double dans la rigueur de l'expression; 2°. que l'affinité d'un composé avec un de ses principes, est un des élémens les plus importans du calcul des forces de décomposition & de surcomposition; 3°. qu'il n'y a qu'un point unique & invariable de saturation pour chaque composition, & que ce que l'on pourroit être tenté de prendre pour le second terme de saturation d'une même substance par une même substance, n'est jamais que la saturation de surcomposition ou d'une combinaison différente. Au reste, je puis assurer que c'est ainsi que Bergman l'a lui-même entendu, puisque, répondant à quelques réflexions que je lui avois communiquées sur ce sujet, il s'exprimoit en ces termes: *c'est ici une attraction entre le sel neutre & l'acide, qui, à la vérité, est plus foible qu'entre le menstrue & la base.* On peut être fâché que l'Inventeur de cette belle théorie n'ait pas pris la peine de la développer; mais on le feroit bien plus d'avoir à penser que le profond Chymiste, qui nous a révélé la marche secrette de la nature dans l'une de ses opérations les plus incompréhensibles, n'en a pas embrassé toutes les conséquences.

La décomposition du vitriol de potasse s'opère par affinité double; pour s'en convaincre, il suffit d'observer qu'il y a réellement quatre corps, même en comptant pour corps simple les deux tiers du vitriol de potasse qui se maintiennent dans leur état de composition; car l'acide nitreux a certainement une affinité quelconque avec le sel neutre, puisqu'il le dissout, & on ne peut négliger d'en faire état dès que ce n'est plus une affinité supérieure, mais la somme de toutes les affinités qui décide. Considérant donc ces quatre substances comme si elles étoient portées séparément dans le même mélange, ce qui n'intéresse en aucune manière leur force d'affinité, & connoissant d'avance les valeurs respectives qui nous ont indiqué d'autres phénomènes moins compliqués, pour les affinités de la potasse avec les acides vitriolique & nitreux, on peut construire le symbole suivant, qui représente très-clairement ce qui se passe dans cette opération.

Nitre de potasse

Acide nitreux	58	Potasse *saturant environ un tiers du sel neutre*
2	+	62] = 64
Vitriol de potasse *qui reste neutre*	34	Acide vitriolique *saturant la même portion du sel neutre*
	= 92	

Vitriol de potasse avec excès d'acide

Les forces divellentes surpassant de beaucoup les forces quiescentes, il doit y avoir & il y a en effet deux composés nouveaux, le nitre de potasse & le vitriol de potasse avec excès d'acide. La même décomposition ayant lieu avec les acides muriatique & tartareux, j'ai dû donner à l'affinité du sel neutre, avec son acide, une valeur assez élevée pour que, réunie à l'affinité de l'acide muriatique, & même de l'acide tartareux avec la potasse, très-inférieure à celle de l'acide nitreux, elle excédât toujours la somme des forces quiescentes; le nombre 34 satisfait à toutes ces conditions.

Pour ce qui est de la saturation, il y a cinq cas à distinguer pour ne pas se tromper dans la recherche des affinités.

Premier cas. On présente l'une à l'autre deux substances capables de former un sel neutre parfait, elles s'unissent constamment en quantité déterminée, laissant à part ou l'acide ou la base qui se trouve en excès dans le mélange, se séparant enfin très-facilement de l'eau de dissolution: ce cas est le plus simple, mais bien plus rare qu'on ne l'imagine; car le nitre de potasse, le muriate de soude qui paroissoient se rapprocher le plus de cette condition, retiennent encore une portion d'eau dans leurs crystaux, que l'alcohol le plus rectifié ne peut leur enlever; & c'est déjà une affinité de surcomposition, dont l'estimation ne peut être négligée dans le calcul de toutes les puissances.

Second cas. Un sel neutre tout formé peut avoir beaucoup d'affinité avec son acide & très-peu avec sa base; alors, ou il se trouve, dans le mélange, de justes proportions des deux parties composantes, & on a tout de suite un composé neutre (ce qu'on ne peut se flatter de produire à volonté, jusqu'à ce qu'on ait une connoissance plus parfaite de la composition des sels); ou c'est l'acide qui est dominant,

& on a un sel surcomposé d'un excès d'acide ; ou c'est la base qui est en plus grande proportion, & elle reste libre ou peu adhérente au sel saturé. D'où l'on doit conclure que, pour avoir un sel neutre parfait, il est plus expédient de le faire crystalliser avec excès d'un de ses principes qu'avec l'autre. On atteint le même but, soit en présentant la base seule à un composé, qui ne cède que ce que l'affinité supérieure de cette base lui peut enlever, soit en reprenant l'excès d'acide par une substance qui ait avec lui plus d'affinité ; bien entendu que dans l'un & l'autre procédé, les deux composés ne se combinent pas eux-mêmes avec le sel neutre. Le spat pesant, formé par l'addition du barote dans la dissolution du vitriol de potasse, fournit un exemple du premier ; pour le second, l'eau suffit le plus ordinairement, parce que son affinité avec l'acide l'emporte sur celle de l'acide avec le sel neutre ; quand elle ne l'emporte pas, on emploie l'alcohol qui réussit d'autant mieux que son affinité avec le sel est nulle, ou du moins très-foible, & qu'il peut attirer à la fois l'acide & l'eau surabondante, sans avoir besoin de vaincre l'affinité qui les unit.

Les sels que l'on appelle incrystallisables, ne manifestent cette propriété que parce qu'ils retiennent fortement un excès d'acide qui a lui-même une telle affinité avec l'eau, qu'il ne la laisse aller qu'à la chaleur de l'évaporation à siccité, & qu'il la reprend bientôt de l'air ambiant. On voit par-là que la dénomination de *sels neutres déliquescens*, que le célèbre Macquer a lui-même donnée à ces surcomposés, ne peut servir qu'à perpétuer des idées peu exactes sur leur nature.

Troisième cas. Celui-ci est, en quelque sorte, l'inverse du précédent, puisque c'est l'affinité de la base qui détermine une surcomposition du sel neutre ; on peut lui appliquer les mêmes réflexions, en distinguant néanmoins les propriétés qui sont très-différentes. Les sels avec excès de soude, par exemple, sont le plus souvent sujets à l'efflorescence, c'est-à-dire, à céder à l'air une portion de leur eau de crystallisation, quand l'air athmosphérique se trouve disposé à l'attirer plus puissamment que l'affinité de l'alkali ne peut la retenir.

Quatrième cas. On fait dissoudre un sel dans l'eau à l'aide de l'ébullition ; après le refroidissement, elle en dépose une portion en crystaux. Ceci indique que le degré de saturation est différent, ce qui n'a rien d'étonnant, puisqu'ils appartiennent à deux composés différens ; l'eau combinée avec une quantité de matière de la chaleur qui correspond à 80 degrés de l'échelle du Thermomètre, n'est plus le même dissolvant que l'eau à la température de 10 ou 15 degrés. Ce phénomène a lieu aussi-bien dans les dissolutions acides que dans les dissolutions aqueuses.

Cinquième cas. La dissolution d'un sel dans l'eau étant chargée, autant qu'elle peut l'être, à une température donnée, si on y ajoute du même sel, il reste sans se dissoudre ; au lieu qu'on peut ajouter une plus grande quantité d'eau au même degré, sans que la dissolution saline se sépare. Comme la saturation est essentiellement réciproque, c'est-à-dire, qu'un composé ne peut être dit saturé, qu'autant que les deux parties composantes ont chacune réciproquement tout ce qu'elles peuvent prendre de l'autre, il est impossible d'admettre que, quand l'eau est saturée de sel, le sel ne soit pas saturé d'eau : ce n'est donc plus l'affinité du sel avec l'eau qui détermine l'union, mais l'affinité de la dissolution elle-même avec une plus grande quantité de son dissolvant. Cette nouvelle union a aussi son point de saturation, mais dans des limites dont l'étendue effraie l'imagination, & qui n'est probablement bornée que par la divisibilité des molécules salines ; car on n'a pas encore mesuré jusqu'à quel point on peut délayer une semblable dissolution, de manière qu'une portion du fluide aqueux cesse de participer absolument à ses propriétés.

Ce n'est pas seulement dans la dissolution des sels par l'eau que ces circonstances méritent d'être remarquées ; on les retrouve dans un très-grand nombre de compositions d'une nature toute différente.

M. Monge a dit très-ingénieusement que *le vrai dissolvant est celui des deux corps qui donne sa forme à l'autre ;* c'est-à-dire, que quand on présente l'un à l'autre deux corps disposés à se combiner, l'un fluide, l'autre solide, ils s'unissent d'abord dans l'état solide : je crois que l'on peut dire avec autant de vérité, que c'est le plus souvent le corps surcomposant qui donne la forme au composé. En effet, il est connu que les sels, avec excès d'acide, rougissent les couleurs bleues végétales ; que les sels, avec excès de potasse, les verdissent ; que ceux qui sont avec excès de soude se résolvent en poussière, &c.

Il me paroît important néanmoins de ne pas confondre, & même de ne pas regarder comme conditions essentiellement conjointes la saturation & la neutralisation. On peut adopter ce principe de M. Kirwan, qu'un corps est saturé par un autre, lorsqu'il a contracté avec lui une union si intime qu'il perd quelques-unes de ses propriétés caractéristiques (*Transf. Philosoph. 1783, pag. 39*) ; mais ce célèbre Physicien en fait une application trop illimitée à la propriété qu'ont les acides de rougir le tournesol ; dans ce sens, il existeroit des combinaisons qui n'auroient pas de point de saturation ; ce qui répugne à tous les principes des affinités, ce qui est également contraire à l'observation. Il y a un terme bien marqué à la combinaison d'un acide concret avec l'eau, d'un acide concret avec un acide fluide, & il s'en faut bien que, dans ces combinaisons, la propriété d'altérer les couleurs disparoisse entièrement. On ne peut douter aussi qu'il n'y ait des quantités déterminées par une saturation réciproque, dans les sels qui donnent des crystaux avec excès d'acide, tels que le vitriol acidule de potasse, l'arseniate acidule, le tartre acidule, &c. Or, personne n'ignore qu'ils rougissent malgré cela très-sensiblement le tournesol.

La propriété de donner des crystaux réguliers per-

manens, n'est pas elle-même un indice toujours sûr de la neutralisation, ni par conséquent de la saturation exacte & réciproque d'un acide & d'un alkali. J'ai déjà remarqué que l'arséniate de potasse crystallisoit avec excès d'acide, & ne crystallisoit pas au contraire au point de saturation; on sait que le borax crystallise de même avec excès de soude. Le méphite de potasse s'annonce pour un sel neutre parfait, si on en juge par sa crystallisation, qui se maintient à l'air sans altération; on le jugera pareillement neutre, si on l'éprouve par des réactifs qui ne manifestent que l'acide; il s'en faut bien cependant qu'il soit dans cette condition, puisque sa dissolution rougit le curcuma & verdit le jus de mauve, presque comme un alkali libre. Ce qui indique assez clairement qu'un corps peut être dans un tel état de combinaison, qu'il perde une de ses propriétés caractéristiques & qu'il en retienne une autre tout aussi caractéristique. Je ne sache pas que personne se soit occupé jusqu'à ce jour, de savoir dans quelle classe doit être placé ce sel, qui n'attire plus l'humidité de l'air comme les alkalis, & qui agit sur les couleurs comme les alkalis. D'après les principes que je viens d'exposer, je crois qu'on n'hésitera pas de le considérer, ainsi que les méphites de soude & d'ammoniac, comme de vrais sels surcomposés par un excès de base. Je soupçonne encore que les méphites terreux sont du même genre, du moins le méphite calcaire; car, lorsqu'il a été rendu soluble dans l'excès de son acide, ou, ce qui est la même chose, lorsqu'après avoir précipité l'eau de chaux par l'acide méphitique, on ajoute assez d'acide pour faire disparoître tout le précipité, la liqueur se comporte comme la dissolution de méphite de potasse dans l'eau très-chargée de gas acide méphitique; c'est-à-dire, qu'elle rougit légérement l'infusion de tournesol, & cependant qu'elle donne avec les papiers colorés par la mauve & le fernambouc, la teinte qui décèle l'alkalinité, & qui acquiert une intensité très-marquée, lorsqu'on laisse sécher à l'air les papiers qui y ont été plongés.

Au surplus, il suffit qu'il y ait affinité & combinaison, il faut qu'il y ait un point de saturation, & si l'on demande pourquoi il ne se manifeste en aucun temps par une neutralisation parfaite, il est évident que cela vient encore de l'affinité du sel neutre avec la base, affinité qui peut être telle que cette surcomposition une fois formée, l'acide restant ne soit plus capable de la vaincre pour se saturer à son tour; ou, si l'on veut, que cette affinité se trouve alors enchaînée par la somme des forces que lui opposent, d'un côté, le sel neutre qui s'est emparé de l'alkali; de l'autre, l'eau qui retient l'acide lui-même, quoiqu'avec une puissance fort inférieure, lorsqu'elle agit sans concours.

Je ne me dissimule pas combien ce systême paroîtra nouveau; mais ce n'est que parce qu'on n'a pas suivi avec assez d'attention ce qui se passe dans une infinité de circonstances. On ne sera sûrement pas plus étonné de cette explication que je le fus moi-même, lorsque j'observai la première fois que le tunstite ammoniacal verdissoit au même instant le papier coloré par le jus de mauve, & rougissoit le papier teint par le tournesol (*Voy.* ACIDE TUNGSTIQUE). Bergman avoit déjà remarqué que l'oxalte calcaire, ou le sel formé de l'union de l'acide du sucre avec la chaux, verdissoit le sirop de violette, dans lequel on le faisoit digérer (*Differt. VIII*, §. 6), & l'on sent combien cette observation rapproche ce sel du méphite calcaire; pour rendre cette comparaison encore plus décisive, j'ai préparé exprès de l'oxalte calcaire en versant de l'eau de chaux dans l'acide oxalin; la liqueur étant encore manifestement acide, je filtrai pour séparer le sel qui s'étoit précipité, j'arrosai une seule fois ce sel d'eau distillée pour emporter l'acide libre, & l'ayant mis à digérer dans le sirop de violette, j'ai trouvé, au bout de quelques heures, qu'il avoit complétement passé au verd: ce qui ne laissoit aucun doute que ce sel s'étoit formé avec excès de base dans un excès d'acide.

A ces faits déjà assez concluans, j'en ajouterai un dernier, qui n'admet, ce me semble, aucune objection. On savoit que le vitriol de soude, par exemple, est également disposé à crystalliser avec excès de soude & avec excès d'acide; j'avois moi-même trouvé dans le commerce ce qu'on y appelle *sel de Glauber*, tantôt rougissant, tantôt verdissant le papier coloré par les pétales des mauves, & presque jamais parfaitement neutre; on pourroit imaginer facilement que cela venoit d'un défaut d'exactitude dans la préparation, ainsi que M. Baumé l'avoit soutenu contre Rouelle, à l'occasion du Mémoire de ce dernier sur la crystallisation des sels avec excès d'acide (*Mém. de l'Acad. royale des Sciences*, *ann.* 1754, *p.* 572); mais quand deux hommes, tels que Rouelle & M. Baumé, n'ont pu s'accorder sur un fait d'expérience aussi simple, on peut soupçonner qu'il s'agit moins de vérifier lequel des deux a mal opéré, que de découvrir quelque donnée qui leur manquoit pour concilier leurs observations en les dirigeant vers le même but. Cette pensée, qui m'a rarement trompé, m'engagea donc à retravailler cette matière dans des vues différentes, & la solution du problème s'est présentée à moi de la manière la moins équivoque dans une des expériences mêmes, dont M. Baumé s'étoit servi contre Rouelle (*Chymie expérimentale*, *tom.* 2, *p.* 198); mais dont il n'avoit pas saisi toutes les circonstances.

J'ai préparé du vitriol de soude suivant la méthode de Lémery & des anciens Chymistes; c'est-à-dire, en cherchant le point exact de saturation de l'acide par la soude; la liqueur évaporée au point convenable a donné, par le refroidissement, de beaux crystaux, qui, redissous dans l'eau distillée, n'ont en effet causé aucune altération aux couleurs végétales. Dans la dissolution de ces mêmes crystaux, j'ai versé quelques gouttes d'acide vitriolique pur, & j'ai remis à évaporer comme auparavant; j'ai eu, par le refroidissement, d'aussi beaux crystaux que la première fois; je les ai tirés de la liqueur (qui étoit encore très-manifestement acide), je les ai sim-

plement passés dans l'eau distillée, & je les ai mis à égoutter sur du papier à filtrer, dans un appartement dont la température n'étoit pas au dessus de 15 degrés. Trois jours après, ces crystaux se sont trouvés couverts d'une efflorescence blanche qui les rendoit opaques ; j'en ai redissous une portion dans l'eau distillée froide ; cette dissolution n'a point rougi le tournesol, elle n'a altéré que très-foiblement le papier coloré par le curcuma ; mais le papier teint par le fernambouc y a pris une nuance tirant au bleu; le papier teint par la mauve y a pris une couleur verte très-décidée, & dont l'intensité s'est encore augmentée lorsqu'il a été séché à l'air.

Voilà donc déjà quelques exemples bien caractérisés de la surcomposition d'un sel par l'un de ses principes malgré la présence de l'autre, & je ne doute pas qu'ils ne deviennent très-nombreux, lorsqu'averti de la possibilité de ce phénomène, on en cherchera moins négligemment les traces. Peut-être même que la plupart des sels terreux & des précipités insolubles viendront se ranger dans cette classe : on peut du moins tenir dès à présent pour certain que cette surcomposition est la vraie clef de ces affinités prétendues réciproques qui m'ont engagé dans cette discussion.

En traitant de la saturation relativement à la détermination des affinités, je ne puis me dispenser de m'expliquer encore sur quelques principes établis par deux Auteurs de grand poids.

Le célèbre Macquer (au mot *saturation*) propose de distinguer la *saturation absolue*, ou la diminution plus ou moins grande de la tendance à l'union en général qu'éprouve une substance par sa combinaison avec une autre ; & *saturation relative*, le degré de cette diminution comparé à celle qui résulte d'une autre composition. Quoique cette distinction ne touche pas au principe que j'ai établi sur l'identité constante du point de saturation de deux corps l'un par l'autre, elle suppose cependant que l'on peut dire avec quelque justesse, que la potasse, par exemple, est plus saturée par l'acide muriatique, que par l'acide acéteux ; ce qui n'est pas tout-à-fait exact, le mot saturation ne devant exprimer que l'équilibre des forces qui concourent actuellement, & l'équilibre d'un grain avec un grain pouvant être aussi parfait que celui d'un quintal avec un quintal. Cette réflexion s'applique également à ce que l'Auteur ajoute, que, quoiqu'il y ait une assez grande affinité des acides avec l'eau, des acides avec les acides, des métaux avec les métaux, &c. leur union n'est presque qu'*un mélange très-exact & très-intime ..... qu'un état moyen entre le simple mélange & la vraie combinaison :* ce langage ne s'accorde pas avec les principes qu'il a lui-même développés ailleurs sur les affinités ; ce n'est pas une propriété détruite ou conservée qui marque le terme où commence l'attraction chymique ; il n'y a dans le simple mêlange ni contact, ni équipondérance, ni force supérieure à la gravitation physique ; & toutes ces conditions se rencontrent dans la plus foible combinaison, comme dans la plus forte.

La seconde opinion qui me reste à examiner est du célèbre Kirwan, dans le Mémoire que j'ai précédemment cité.

Losqu'un acide (dit-il) est combiné avec une quantité d'une base quelconque, moindre que celle qu'il demande pour sa parfaite saturation, le degré d'affinité que cet acide a avec la quantité de base qui lui manque, est dans le rapport de cette même quantité avec la quantité totale de base qu'il peut prendre. Si l'on admet, par exemple, que 100 grains d'acide vitriolique puissent dissoudre 110 grains de chaux, & qu'ils n'en tiennent que 55 grains, le degré d'affinité de l'acide avec les 55 autres grains, sera la moitié du degré d'affinité totale, parce que 55 est la moitié de 110, que les 100 grains d'acide demandent pour leur saturation ; mais le degré d'affinité que l'acide a avec la partie de la base qui lui est combinée, est égal au degré d'affinité totale.

Je ne m'occuperai que dans la dernière Section de ce paragraphe de la question de savoir si, comme le pense M. Kirwan, la quantité de base nécessaire à la saturation d'une quantité donnée d'un acide, est en raison directe de son affinité avec cette base ; mais quelque soit la manière d'estimer la puissance des affinités, le systême que je viens d'exposer me paroit également contraire, & à l'observation, & à la théorie.

Il est contredit par l'observation. S'il étoit vrai qu'un acide retînt la moitié de la base qu'il peut prendre avec la même force qu'il exerceroit sur la quantité totale, il s'ensuivroit nécessairement que l'excès d'acide ne devroit jamais se séparer d'un sel quelconque, soluble, ou non soluble ; car il n'y a pas moyen de concevoir qu'il partage la force d'union quand il cesse d'être uni : or, cette séparation est manifeste dans une infinité de circonstances. Que l'on verse, par exemple, quelques gouttes d'eau de chaux dans l'acide oxalin en liqueur, on verra bientôt se rassembler au fond du vase une matiere blanche solide, qui est un oxalte calcaire ; cependant la liqueur qui surnage, qui se laisse séparer par simple filtration, est encore très-fortement acide ; la totalité de l'acide ne tenoit donc pas à la portion de base qui lui a été présentée. Inutilement objecteroit-on que cet acide tient encore une partie du sel qui s'est formé, c'est évidemment une surcomposition de ce sel avec l'excès de son acide, & on en a la preuve en ce que l'alkali, même caustique, précipite, non la chaux, mais le sel dissous ; ce qui n'arriveroit pas si l'acide étoit retenu par l'affinité supérieure de la chaux.

Ce systême ne s'accorde pas mieux avec les principes physiques des affinités ; car si l'on ne peut douter que leur puissance procède de l'attraction, & qu'elle soit conséquemment toujours proportionnelle à la somme des contacts, il est impossible d'imaginer qu'une quantité de matière, moitié plus petite, puisse fournir à autant de points de contact ; c'est-

à-dire, occuper le même espace qu'une quantité moitié plus grande de la même matière. D'ailleurs, tout étant réciproque dans les combinaisons, il faudroit supposer aussi que 110 grains de chaux pourroient s'unir avec 50 grains d'acide, & que la portion d'acide manquant, ne seroit plus attirée qu'avec une affinité égale à la moitié de l'affinité totale. Il en résulteroit enfin que les affinités seroient infiniment variables, qu'elles changeroient perpétuellement, suivant les quantités respectives de dissolvant & de base, tandis que les propriétés générales de la matière, les loix physiques les plus certaines nous indiquent que ces affinités ne sont que des rapports qui ne peuvent dépendre des quantités, qui doivent être aussi constans entre deux mêmes corps que la figure & la densité de leurs molécules; tandis que nous voyons tous les jours, sur-tout dans la classe des sels, des composés neutres se séparer par simple crystallisation de l'excès de leur dissolvant ou de leur base, & que, quand cela n'arrive pas, ce nouvel effet reconnoit manifestement une cause nouvelle dans l'affinité de surcomposition.

Ainsi cette surcomposition d'un sel ou d'une dissolution, par l'excès d'un de ses principes que Lémery, Rouelle & quelques autres ont commencé à soupçonner, que Bergman a le premier cherché à ramener aux loix de l'affinité, fournit une explication satisfaisante des phénomènes qui ont le plus embarrassé les Chymistes, & que plusieurs se sont obstinés long-temps à révoquer en doute, tant ils leur paroissoient s'éloigner de l'ordre naturel des choses (*Voyez la Chymie de M. Baumé*, *tome 2*, *page 190 & suiv.*).

On pourra être étonné qu'en parlant des affinités qu'on a nommées réciproques, je n'aie pas fait état de la décomposition du muriate ammoniacal par la chaux, & de la décomposition du muriate calcaire par l'ammoniac, ainsi que de bien d'autres phénomènes analogues, que, jusques dans ces derniers temps, les meilleurs Chymistes ont regardé comme des exemples de cette espece d'affinité (*M. Baumé*, *l. cit. pag. 102*). Mais Bergman a fait voir que cette réciprocité d'effets n'étoit qu'apparente; que, dans l'un des cas prétendus réciproques, il y avoit une quatrieme substance qui donnoit lieu à une affinité double ou par concours. Lorsqu'on a su distinguer la chaux du méphite calcaire, & l'ammoniac du méphite ammoniacal, il n'y a plus eu de difficulté à concevoir pourquoi l'une de ces substances n'agissoit pas absolument comme l'autre.

La réciprocité est un peu plus marquée dans la calcination & la réduction des métaux, par la décharge électrique; puisque les circonstances sont les mêmes, au degré de chaleur près, & qu'il n'y a pas un plus grand nombre de substances en jeu dans l'un des cas que dans l'autre : soit qu'on attribue la calcination, comme les Stahliens, à la séparation du phlogistique, soit qu'on l'explique, avec M. Lavoisier, par la seule combinaison de la base de l'air vital avec le métal; cependant cette différence du degré de chaleur, ainsi que l'observe M. Van Marum, suffit pour rendre raison des deux effets opposés. Ce Savant a confirmé par ses belles & nombreuses expériences, ce qu'on soupçonnoit déjà, qu'il ne se passe autre chose dans ces calcinations & réductions alternatives, que ce qui arrive quand on calcine le mercure au degré de chaleur nécessaire pour le faire bouillir, & qu'on expose la chaux ainsi formée à une chaleur beaucoup plus forte, telle que celle qui ramollit le verre (*Continuation des expér. &c. ch. IV, n. 8*). Dans le premier cas, le mercure exerce toute son affinité avec le principe acidifiant, base de l'air pur; dans le second, cette affinité est vaincue par l'affinité de la matiere de la chaleur avec ce principe, & leur union régénère l'air vital. Nous verrons que ces alternatives sont bien plus fréquentes qu'on ne l'imagine. C'est ainsi, par exemple, qu'à la température de la voie humide, l'acide boracin abandonne la chaux à l'acide muriatique, tandis qu'à la chaleur de la distillation, la chaux quitte l'acide muriatique pour s'unir à l'acide boracin. Ici c'est l'acide muriatique qui joue le rôle de la base de l'air vital dans les calcinations & réductions métalliques; l'affinité de l'acide muriatique avec la chaux l'emporte sur celle de l'acide boracin, quand la matiere de la chaleur n'est pas assez abondante pour lui donner la forme & les propriétés d'un composé gaseux. Dans le cas contraire, l'affinité de l'acide muriatique avec la chaux, s'affoiblit au point de devenir inférieure à celle de l'acide boracin : il n'y a donc réellement aucune différence dans les deux espèces.

Pour adapter cette explication aux principes exacts de Stahl, il faudroit dire que le phlogistique peut être enlevé au métal par l'air dans une température moyenne, & qu'il lui est restitué par la chaleur elle-même à une température beaucoup plus élevée; mais il seroit bien superflu d'examiner sur quels fondemens on pourroit asseoir toutes ces conjectures, quand il est bien démontré que l'air vital se fixe dans les chaux métalliques. De sorte que, quand on voudroit admettre dans ces opérations le concours du phlogistique, suivant le systême de M. Kirwan, ce ne seroit toujours que dans l'affinité même de la base de l'air vital avec la matière de la chaleur, que l'on pourroit trouver la vraie solution du problême dont il s'agit.

Ainsi nous devons tenir désormais pour constant qu'il n'y a point d'affinité réciproque dans le sens où cette distinction a été admise; que l'on n'a été conduit à cette opinion, que parce qu'on n'a pas connu les vraies circonstances des opérations; en un mot, que ce n'est jamais l'affinité d'un même corps avec un même corps qui produit des effets différens, ou même contraires.

Je terminerai cette Section par un court résumé des principaux caractères qui peuvent fonder une division méthodique des affinités, & que le nombre & l'étendue des discussions auroient pu faire perdre de vue.

1°. *Deux corps de même nature*, ou simples ou composés, s'unissent & forment un tout aussi homogène que l'un des deux avant l'union; c'est ce que nous appellons *affinité d'aggrégation*.

2°. *Deux corps de nature différente*, ou simples ou composés, s'unissent sans que leur première composition, s'ils sont composés, éprouve aucun changement; c'est l'*affinité de composition*.

De *trois corps* que l'on peut également supposer ou simples ou composés, pourvu que leur composition actuelle ne change pas, & qui se rencontrent dans les conditions propres à favoriser le contact, deux se préfèrent & se combinent, laissant le troisième en liberté : ce n'est encore que l'*affinité de composition;* soit que ces trois corps aient été portés séparément dans le mêlange, soit que deux d'entre eux eussent été précédemment combinés, & que cette combinaison vienne à être détruite par l'affinité supérieure du troisième, ce qu'on appelle précipitation.

Trois ou *plusieurs corps*, présentés au contact, s'unissent de manière à ne former qu'une seule masse homogène : c'est toujours l'*affinité de composition* qui détermine le produit, mais en unissant d'abord deux parties entr'elles, puis une troisième au composé des deux premières, & ainsi successivement.

3°. *Deux corps* qui ne sont pas susceptibles d'entrer dans la même combinaison, le deviennent quand l'un des deux a été préalablement, ou décomposé, ou surcomposé; dans les deux cas l'affinité de composition qui produit l'union, prend le nom distinctif d'*affinité disposée*.

4°. *Deux* ou *plusieurs composés* étant placés dans des circonstances propres à mettre en jeu les affinités respectives de leurs parties composantes; ou il y a échange & nouveaux produits, sans qu'on puisse assigner l'affinité plus puissante qui les détermine, ou les premières compositions se maintiennent contre l'ordre indiqué par l'affinité supérieure d'un principe de l'un des composés avec un principe de l'autre. Dans ces deux cas, nous disons que ce ne sont plus les rapports d'affinité d'un corps a un autre, mais les *affinités par concours*, ce qu'on appelle *affinités doubles;* en un mot, les sommes de toutes les affinités conspirantes, qu'il faut considérer pour rendre raison de ces phénomènes.

5°. Deux corps étant présentés l'un à l'autre, le composé qui en résulte se surcompose avec une portion surabondante d'un de ses principes; cette tendance à la surcomposition est quelquefois si forte, que la moindre affinité d'un troisième corps venant à concourir avec elle, les proportions de la première composition se trouvent changées, & l'état neutre détruit; cette tendance peut aller jusqu'à produire des crystaux avec excès de base dans une liqueur acide. Pour distinguer cette puissance, nous la nommerons *affinité d'un composé avec l'excès d'un de ses principes*, ou pour abréger, *affinité d'excès;* ce qui suffira, sans doute, à en rappeller l'idée, quand elle aura été une fois bien saisie. Quelque paradoxes que paroissent ces propositions, je ne crains pas de les voir remettre en question après les preuves que j'en ai données; & si elles sont fondées, on conviendra sans peine qu'elles doivent former un des élémens les plus importans du calcul des affinités.

Après avoir déterminé ce qui constitue des affinités d'un ordre différent, relativent à leurs produits, il me reste à les considérer par rapport à la manière d'estimer la puissance dont ces produits ne sont que les effets; mais je dois présenter auparavant ce que les Chymistes ont appellé les loix d'affinité, & qui tiennent encore de plus près à la matière que je viens de traiter.

SECONDE SECTION

Des loix de l'affinité.

Quelques Chymistes ont entrepris de ramener à un systême général les observations des phénomènes de l'affinité, pour en déduire un certain nombre de principes ou de loix constantes, qui, toujours présentes à l'esprit, pussent lui retracer habituellement des vérités fondamentales propres à répandre la lumière de l'analogie sur les faits les plus obscurs : rien ne seroit sans doute plus avantageux; mais on a dû voir par tout ce qui précède, combien il reste encore de recherches à faire avant d'atteindre ce but. Je ne prendrai donc de ces généralités que celles qui sont les plus certaines, & dont le nombre est assez borné, quoiqu'elles ne méritent peut-être pas toutes, à la rigueur, le titre de loix de l'affinité.

Ire. LOI.

Les corps n'ont point d'action s'ils ne sont fluides, c'est la traduction de cette maxime : *Corpora non agunt nisi fluida.* Elle peut être vraie quand on en limite l'application à un seul corps considéré comme dissolvant; ainsi l'on dit que l'acide tartareux n'agit pas sur la craie, s'il n'a été auparavant dissous dans l'eau. Mais, comme il suffit, pour mettre en jeu les affinités, que l'un des corps soit actuellement fluide, ou rendu fluide par une première composition, & que, dans ce cas, il est indubitable que le corps solide n'agit pas moins sur le fluide, que celui-ci sur le solide, nous éviterons cette façon de parler qui peut induire en erreur, & nous dirons avec plus de vérité : *Il n'y a point d'union chymique, si l'un des corps n'est assez fluide pour que ses molécules obéissent à l'affinité qui les porte de la proximité au contact.*

M. Wenzel, dans ses principes sur les affinités (§. 13), avoit rappellé l'ancienne maxime; il avoit cherché à l'établir par l'exemple du tartre acidule de potasse, qui ne dissout pas l'alkali concret, s'il n'est lui-même d'abord dissous dans l'eau, & par celui de l'acide boracin, qui ne s'unit pas plus à l'alkali concret, s'il n'est aussi rendu fluide, ou par l'eau, ou par le feu. Le célèbre Scheele a observé, dans une Note sur ce passage, que ce principe étoit

souvent en défaut, & il en donne pour preuve que, si on fait bouillir du bleu de Prusse & de la craie en poudre, il se forme du prussite de chaux, quoique la craie soit insoluble dans l'eau (*Crell, Journal, &c. part. 4, pag. 79*). Quelque confiance que j'aie en l'exactitude si connue de ce Chymiste, j'avouerai que j'ai été porté à soupçonner qu'il avoit pu être trompé, ou par la craie qui recèle assez souvent un peu de muriate calcaire, ou par le bleu de Prusse même, d'où j'ai quelquefois retiré, par simple lixiviation, une vraie liqueur d'épreuve, quand il n'avoit pas été édulcoré avec soin. J'ai donc répété cette expérience, ayant la précaution de faire bouillir d'abord de l'eau distillée, & sur la craie & sur le bleu de Prusse; le résultat a pleinement confirmé ce que Scheele avoit observé. Au reste, on ne doit rien conclure de ce fait contre la loi renfermée dans les expressions que nous lui avons données, puisque dans cette opération il faut toujours faire intervenir l'eau, même aidée de la chaleur de l'ébullition. On peut conjecturer que ces deux substances que nous réputons insolubles dans l'eau, parce qu'elles n'y laissent pas des traces bien sensibles de leur présence, s'y dissolvent néanmoins en très-petite quantité; & il est aisé de concevoir que la dissolution une fois commencée, la portion dissoute passant bientôt à une autre combinaison, par son action sur l'autre corps concret, l'eau doit reprendre une portion nouvelle du premier, & produire ainsi successivement le même résultat d'affinités que si l'une des substances eût été portée toute entière dans l'état fluide. Ajoutons qu'il n'est pas impossible encore que deux substances absolument insolubles dans l'eau lorsqu'elles sont séparées, venant à se rencontrer dans ce fluide, y éprouvent un commencement de dissolution à la faveur des affinités mêmes qui tendent à les réunir en un composé soluble. Je m'attends bien que cette possibilité sera contestée par le plus grand nombre des Chymistes, imbus des anciennes maximes, mais ils avoueront du moins qu'un phénomène de cette importance, qui ouvriroit une branche nouvelle à l'industrie des combinaisons, mérite bien que l'on avertisse d'en rechercher les preuves, & c'est tout ce que je me propose. Auroit-on cru que la foible action de la matière colorante de la violette, pût influer sur la solubilité d'un sel? Nous avons vu cependant dans la précédente Section, que l'oxalte de chaux, insoluble par lui-même dans l'eau (même à l'aide du sucre), verdissoit le sirop violat par la seule digestion à froid. J'ai vérifié qu'on occasionnoit une semblable altération au sirop de violette, en broyant avec lui la craie, la crême de chaux, & même le spat pesant, qu'il faudra, par conséquent, placer au nombre des sels avec excès de base, & qui formeront probablement une classe très-considérable. Ces observations nous mettent sur la voie de tenter de nouvelles applications utiles de ce réactif. *Voyez* RÉACTIF.

M. Beddoes, dans ses Notes sur la Table des affinités doubles, de Bergman (*pag. 37*), rapporte une expérience qui semble encore prouver que la solubilité peut être déterminée par la plus foible affinité. Ce Savant a tenu en digestion du prussite de potasse en liqueur sur du vitriol de plomb pulvérisé; la liqueur décantée, il a édulcoré le résidu & a versé dessus de l'acide acéteux; cet acide s'est chargé d'une portion de plomb, puisqu'après avoir été filtré, il a donné un précipité blanc par l'addition de l'acide vitriolique, ou de l'acide muriatique; le vitriol de plomb avoit donc été décomposé par la liqueur prussique. M. Beddoes n'a pas réussi à décomposer de la même manière le spat pesant, & cela doit paroître d'autant plus surprenant, qu'il a été bien vérifié, en dernier lieu, par les expériences de M. Stonth (*Crell, Annalen 1787, part 1, pag. 104*), que le barote étoit précipité de ses dissolutions par le prussite de potasse. Il est bon d'observer cependant que M. Beddoes ne dit pas avoir employé la trituration, comme je l'ai fait pour le sirop de violette. Au reste, quand cette manipulation ne produiroit rien dans le cas particulier, la raison probable de la différence se présente naturellement à l'esprit de ceux qui savent que la décomposition des prussites exige le concours de plusieurs affinités, & qu'ainsi l'état de sursaturation de l'acide dans le spat pesant, peut laisser la prépondérance aux affinités quiescentes.

IIe. LOI.

L'affinité n'a lieu qu'entre les plus petites molécules intégrantes des corps; c'est une des loix les plus généralement adoptées, & elle n'exige pas de grandes explications, après ce que nous avons dit dans le commencement de cet article, pour établir la différence entre l'attraction des masses sur les masses, & l'attraction que les molécules exercent les unes sur les autres, qui est proprement l'affinité.

Il faut observer que cette loi convient aussi-bien à l'affinité d'aggrégation, qu'à l'affinité de composition; car deux globules d'un même fluide ne s'attirent pas seulement au contact d'un de leurs points, il se forme une nouvelle masse de toutes les molécules intégrantes, respectivement attirées l'une par l'autre. La force est donc absolument la même que dans l'affinité de composition, elle s'exerce seulement sur un sujet de nature semblable, au lieu que l'affinité de composition suppose deux sujets différens.

Spielman a dit que *les corps dissous ne s'unissent aux menstrues qu'autant qu'ils étoient résous en leurs élémens*. A prendre cette proposition à la lettre, il s'ensuivroit, par exemple, qu'un sel neutre ne pourroit s'unir à l'eau qu'après avoir été réduit en ses parties constituantes, ce qui n'est nullement exact; on voit, au contraire, très-clairement, que c'est l'affinité du composé, & non pas celle de ses parties composantes, qui produit l'union. Pour éviter, à cet égard, toute confusion, j'ai spécifié dans

cette

cette loi *les plus petites molécules intégrantes* : on conçoit dès-lors qu'elles peuvent être, ou simples, si les corps sont simples, ou composées, si les corps sont composés ; mais que, dans le dernier cas, elles sont supposées n'éprouver aucune décomposition ; autrement elles cesseroient d'être parties intégrantes du composé.

Cette distinction devient encore plus importante depuis que j'ai fait voir qu'il y avoit des sels qui se formoient avec excès de base, même dans excès de leur acide ; car il est évident qu'ici ce sont les molécules du sel déjà saturé, & non les molécules de ses élémens, qui exercent leur affinité sur une portion de base.

De là il suit que, dans le sens strict & littéral, il n'y a point d'affinité entre plusieurs corps ; ainsi, dans l'alliage de plusieurs métaux, le dernier qu'on ajoute ne se réunit pas à la masse en vertu de l'affinité qu'il a avec chacun des métaux qui y existent, ou avec aucun d'eux en particulier, mais en vertu de son affinité avec le composé actuel de tous ; autrement il s'empareroit des uns, & laisseroit les autres.

IIIe. LOI.

Ces principes nous conduisent à établir pour troisième loi, que *l'on ne doit pas conclure de l'affinité d'une substance avec une autre, à l'affinité du composé de ces substances avec l'une ou l'autre par excès.*

Pour fonder cette loi, il suffira de rappeller l'explication que j'ai donnée ailleurs, d'après l'illustre Bergman, de la décomposition partielle du vitriol de potasse par l'acide nitreux. Puisque l'acide nitreux ne peut enlever la base que tient l'acide vitriolique au degré de saturation, & qu'il enlève cette même base, lorsqu'au lieu d'être unie à l'acide vitriolique elle n'est unie qu'au vitriol, il s'ensuit que les affinités ne sont point égales dans les deux cas.

Ce que nous voyons si manifeste dans cet exemple a probablement lieu, quoique d'une manière moins sensible, toutes les fois que la décomposition s'arrête, sans que le même agent puisse, dans les mêmes circonstances, séparer au-delà d'une portion déterminée d'un principe quelconque. L'application de cette 3e. loi nous avertira de ne pas donner une valeur pareille à des affinités qui sont souvent très-inégales.

IVe. LOI.

L'affinité de composition n'est efficace qu'autant qu'elle l'emporte sur l'affinité d'aggrégation.

On conçoit aisément que l'or ne seroit point dissous par le mercure si les molécules du premier de ces métaux étoient plus attirées sur elles-mêmes, que par les molécules du mercure, & réciproquement. Il est donc vrai, jusqu'à un certain point, que l'affinité de composition & l'affinité d'aggrégation sont deux forces contraires ; mais cela ne doit s'entendre que dans le même sens que les affinités quiescentes sont des forces contraires aux affinités divellentes, & sans laisser aucune induction que ces forces diffèrent essentiellement par leur nature. Il faut tenir, au contraire, pour constant, que l'aggrégation ne résiste à la composition des molécules de l'aggrégé, que comme une composition préexistante fait obstacle à une combinaison qui s'opéreroit facilement sans elle. On sait que le fer & le mercure ne peuvent s'unir au point de dissolution, ce n'est pas qu'il n'y ait une force d'attraction, même sensible, comme je l'ai fait voir, entre ces deux métaux, mais elle est inférieure à celle qui réunit les molécules de l'un des deux. Le mercure ne dissout pas non plus la chaux d'or, parce que, d'une part, il ne peut l'enlever à la substance qui le met en état de composé, & que, d'autre part, l'aggrégation du mercure se trouve supérieure à son affinité avec ce composé ; il en est de même de la chaux de mercure, parce que, suivant la seconde loi, ce ne sont pas les pures molécules métalliques qui exercent alors leur affinité avec des molécules semblables, mais les molécules intégrantes d'un composé qui est pour le corps simple un être différent, tant qu'il ne peut rompre le lien qui l'unit à un autre corps. On ne trouve donc, en analysant tous ces effets, qu'un seul & même principe, une tendance générale à l'union, l'équilibre ou l'excès de cette puissance, en un mot, des rapports d'affinité.

C'est une conséquence directe de la loi que je viens d'établir que, plus l'affinité d'aggrégation est forte, plus l'affinité de composition doit être puissante pour rompre cette aggrégation ; mais je ne crois pas que l'on puisse en conclure ultérieurement que la dernière est d'autant plus *forte*, que la première est plus foible ; elle est seulement plus *efficace* : ce qui est bien différent, puisque l'expression de la puissance reste la même, & que son efficacité ne dépend que de la diminution de l'obstacle.

On sait, en général, qu'on favorise les combinaisons en relâchant l'aggrégation des corps par la chaleur, quelquefois même en les pulvérisant, & que ces préparations sont souvent nécessaires pour déterminer les affinités de composition. Il est bien évident, par exemple, que le mercure solide a une plus grande force d'aggrégation que le mercure fluide ; que les molécules de l'eau adhèrent bien plus entr'elles quand elle est en glace, que quand elle est en liqueur ; bien plus quand elle est liquide, que quand elle est en vapeur. Mais on va beaucoup plus loin ; & on imagine communément que la force d'aggrégation d'un fluide est toujours inférieure à la force d'aggrégation d'un solide quelconque : or, il me semble que c'est plutôt ici une opinion d'habitude, qu'une vérité établie. En effet, je ne vois pas sur quel fondement on pourroit affirmer que l'aggrégation du mercure est plus foible que l'aggrégation d'un sel, d'une chaux métallique, ou d'une terre friable ; en second lieu, si cette règle étoit exacte, il s'ensuivroit que l'affinité de compo-

sition devroit être d'autant plus grande, & la combinaison d'autant plus intime, que les corps seroient plus fluides, & leur aggrégation plus diminuée; or, le contraire arrive en une infinité de cas. Qu'on applique la chaleur à un mélange d'eau & d'acide, d'eau & d'alcohol (qui sont de vraies combinaisons par affinité), on ne fait qu'augmenter leur état de raréfaction, & cependant c'est un moyen de les séparer; il en est de même des chaux métalliques auxquelles la seule action du feu enlève le principe acidifiant, & de tous les composés salins, dont une partie est plus fixe que l'autre. Il en résulteroit enfin que les fluides les plus subtils, les substances gaseuses, principalement, devroient exercer l'un sur l'autre une action plus marquée dans l'état de condensation ou de fluidité, quelque foible que fût, d'ailleurs, leur affinité; il s'en faut de beaucoup que cela s'accorde avec l'observation: l'éther lui-même a moins de disposition à s'unir avec l'eau qu'avec un corps résineux concret; la plupart des gas ne forment pas non plus des combinaisons bien intimes, à en juger par ce principe que, plus deux corps s'unissent étroitement, plus ils laissent dégager de chaleur.

En remontant aux vrais principes, on apperçoit bientôt que ce n'est pas toujours l'intensité de l'aggrégation qui rend l'affinité nulle, ou sa foiblesse qui la rend efficace, mais que cette efficacité dépend sur-tout de ce degré d'attraction qui produit la combinaison, & qui maintient l'équipondérance. On en a la preuve en ce que plusieurs substances sont dissoutes, sinon aussi promptement, du moins aussi complètement en masse d'aggrégé, que quand elles ont été atténuées par quelque préparation; on en a la preuve en ce que l'on voit tous les jours se séparer spontanément deux fluides, dont une violente agitation avoit rompu, quelques instans, ou du moins considérablement affoibli l'aggrégation. Il faut ajouter, ce qui est encore plus important, que la matière de la chaleur a elle-même ses affinités; elle doit dès-lors être considérée comme toute autre substance actuellement fluide, qui ne relâche l'aggrégation d'un corps solide que parce qu'elle se combine avec lui. Ainsi, de même que l'eau, qui, en tant d'occasions, favorise le jeu des affinités, produit quelquefois un effet opposé, & fait cesser une dissolution en vertu de son affinité propre avec le dissolvant (comme dans la précipitation du spat pesant dissous dans l'excès de son acide), il doit arriver aussi que la matière de la chaleur produise, suivant les circonstances, l'un & l'autre de ces effets. Le *premier*, en écartant les molécules d'un corps auquel elle n'adhère que très-foiblement; le *second*, parce que sa combinaison opère un plus grand obstacle à une composition nouvelle, que la force d'aggrégation qu'elle a fait cesser.

Ce seroit, par conséquent, une fausse maxime que celle qui exprimeroit qu'en général l'affinité de composition est en raison inverse de l'affinité d'aggrégation. Plus il importe de déterminer & de comparer l'intensité de chacune de ces deux puissances, comme étant les élémens nécessaires du calcul des forces divellentes & quiescentes; plus on doit éviter de les représenter par des mesures inexactes, ce qui arriveroit infailliblement si l'on supposoit que l'une s'accroît rigoureusement dans la même proportion que l'autre décroît.

Ve. LOI.

Deux ou plusieurs corps qui s'unissent par affinité de composition, forment un être qui a des propriétés nouvelles & distinctes de celles qui appartiennent à chacun de ces corps avant la combinaison.

M. de Fourcroy, de qui j'emprunte cette règle, a très-bien prouvé que les anciens Chymistes se sont trompés lorsqu'ils ont avancé que les composés participoient toujours des propriétés des corps qui entroient dans leur composition, & qu'ils en avoient de moyennes entre celles de leurs principes. Cette opinion, cependant, leur paroissoit si indubitable, qu'ils annonçoient en conséquence les propriétés des parties composantes des corps, avant que de les avoir séparées par l'analyse. C'est ainsi que Stahl enseignoit que les sels étoient formés d'eau & de terre, parce qu'il croyoit y appercevoir des propriétés moyennes entre celles de ces deux substances.

Cette doctrine avoit fait une telle impression, qu'on la retrouve jusques dans les Ecrits des meilleurs Chymistes modernes. Le célèbre Macquer, après avoir dit en termes fort énergiques, que de l'adhérence des parties hétérogènes par affinité, *il résulte un nouveau composé qui a des propriétés différentes de celles des deux principes dont il est formé*, revient, dans le même article, à cette prétendue maxime; il l'adopte comme *loi fondamentale, très-générale & d'un très-grand usage pour reconnoître, même sans décomposition, les principes dont les corps sont composés*; & tout en convenant que cette règle est sujette à un très-grand nombre de restrictions, qu'il arrive souvent que l'union fasse disparoître absolument quelques propriétés, ou en développe de nouvelles, il conclut « que ces changemens, » qui ne dépendent que de l'aggrégation, ne sont » ordinairement pas assez complets pour faire entièrement méconnoître les principes, & qu'ainsi » ils n'empêchent point que la règle ne demeure » assez générale pour être un excellent guide dans » bien des recherches chymiques. » (*Diction. art.* AFFINITÉ).

Je ne dois pas dissimuler que ce Savant l'a exprimée dans des termes encore plus indéfinis que tous ceux qui l'ont précédé; qu'il l'a étendue à toutes les propriétés, telles que la fixité, la volatilité, la pesanteur, l'opacité, la transparence, la ductilité, la dureté, la fluidité, &c. *& même aux affinités. En supposant* (dit-il) *qu'on connoisse parfaitement les propriétés des principes d'un composé, on pourra, en examinant les propriétés de ce composé, reconnoître quels sont ses principes, quand même l'analyse en seroit impossible.*

Il paroit que cette règle a été rejetée par Bergman, au moins seroit-il difficile de la concilier avec ce qu'il dit (*Differtat. XXXIII*, §. 46), que l'on trouve quelquefois dans les composés des propriétés qui n'appartiennent à aucun de leurs principes.

En effet, pour ne parler ici que des propriétés les plus générales de celles qui se manifestent d'une manière plus sensible : on connoît un alliage de trois métaux, qui se fond à un degré fort inférieur à celui qu'exige le plus fusible des trois ; les vitriols, les nitres, les muriates alkalins ne participent nullement ni de l'action dissolvante de l'acide, ni de la causticité de la base ; l'arsenic, passant à l'état d'acide, acquiert une fixité qui ne convient ni à ce métal, ni au principe qui l'acidifie ; le fer & la platine jouissent séparément d'une assez grande ductilité, ils forment, par leur union, l'alliage le plus aigre ; l'acide tartareux & la potasse sont très-solubles dans l'eau, elle dissout à peine une quantité sensible de tartre acidule de potasse ; la couleur des chaux métalliques ne rappelle ni celle des métaux qui les ont produites, ni du principe acidifiant qui les a mis en cet état ; le soufre & la potasse n'exhalent à l'air aucune particule odorante, & l'hépar qui en résulte est d'une odeur insupportable ; au contraire, l'acide odorant du benjoin forme avec la chaux un sel qui ne manifeste aucune odeur, quoiqu'elle ne soit que masquée par la combinaison & non détruite ; pourroit-on dire avec vraisemblance que la transparence du gas acide fluorique permet d'y soupçonner la présence du silex ? Celui qui n'auroit connu que la pyrite ou la chaux de fer, pourroit-il avoir la moindre idée de son magnétisme ? Enfin, la densité elle-même & la capacité de chaleur des composés sont souvent très-éloignées du terme moyen qu'indiquent celles de leurs parties composantes.

Il seroit facile de multiplier ces exemples, même sans perdre de vue la condition que j'ai cru devoir m'imposer, de ne les prendre que dans la classe des faits qui ne présentent que l'union la plus simple, & sans qu'il y ait lieu de croire qu'aucune des parties composantes éprouve en même temps quelqu'altération ; condition sans laquelle ils seroient sans doute peu concluans.

Mais ce qui me semble fournir un argument encore plus décisif, est cet axiome que j'ai établi ailleurs comme le fondement de toute saine doctrine en Chymie, qu'*il n'y a de corps semblables que ceux qui ont toutes leurs propriétés semblables* : or, si une seule propriété différente bien vérifiée constitue un corps différent, il est invincible que les propriétés communes ou moyennes d'un composé ne peuvent, en quelque nombre que ce soit, annoncer la vraie nature de ses élémens ; puisque l'affinité, l'une des propriétés les plus essentielles, ne peut jamais être semblable, ni même dans le rapport des proportions de la composition : il résulte de notre IIIe. loi que cette inégalité a lieu jusques dans l'affinité d'excès ; c'est-à-dire, que l'affinité d'un composé pour l'un de ses principes par excès, diffère très-sensiblement de l'affinité de saturation de ces principes l'un par l'autre.

Au reste, en proscrivant cette erreur ancienne, on doit se garder de tomber dans une autre, en rejetant d'emblée toute analogie de propriétés entre le simple & le composé, lorsqu'elle se trouve constamment vérifiée par l'observation. J'avouerai sans peine avec MM. Buquet & de Fourcroy, que la plupart des propriétés moyennes données en preuve de l'opinion de Stahl n'ont qu'un rapport éloigné avec celles de leurs composans, & qu'il est impossible de ne pas remarquer une sorte de gène dans les explications que ses Sectateurs ont voulu assortir à ce principe. Mais en est-il moins évident que la fluidité de l'eau se décèle au premier coup d'œil dans les dissolutions aqueuses ; que tout alliage présente des signes très-apparens de l'éclat, de la pesanteur, de la solidité des substances métalliques ; que tous les sels ammoniacaux participent à un certain point de la volatilité de leur base, puisqu'ils se subliment ou se décomposent par la chaleur plus facilement que les sels formés du même acide & d'une autre base, &c. &c. &c. ? Rappellons encore ici cette pensée ingénieuse de M. Monge, que le dissolvant est celui des deux corps qui donne sa forme à l'autre ; cette forme n'est-elle donc pas une propriété bien caractéristique, qui se manifeste malgré la composition, qui devient d'autant plus sensible, que le dissolvant est plus abondant, ou ce qui est la même chose en termes plus exacts, que la première dissolution est plus surcomposée de l'excès du dissolvant ? Il y a des sels avec excès d'acide, d'autres avec excès de base ; j'ai fait voir que quelques-uns se formoient constamment avec excès de base au milieu de leur propre acide ; dès-lors c'est une vraie combinaison par affinité avec saturation déterminée, & non une souillure accidentelle ; cette composition conserve néanmoins la propriété de réagir sur les couleurs bleues végétales, à la manière d'un seul de ses principes ; refusera-t-on donc de regarder en cette occasion l'altération en rouge comme un indice de la présence d'un acide, & l'altération en verd comme le caractère ordinaire de l'alkalinité ?

Ainsi, pour se renfermer dans de justes bornes, c'est seulement la généralité de la thèse de Stahl, qui doit être rejetée, & non la possibilité d'une analogie de propriétés du simple au composé, démontrée par le fait, en tant de circonstances ; qui peut être fort utile pour diriger des recherches ; en un mot, qui se concilie parfaitement avec la loi que nous adoptons : la conservation d'une ou de plusieurs propriétés d'un corps simple, soit au degré moyen, soit au dessus ou au dessous de ce terme, n'empêchant nullement que le composé ne soit un être différent, & qu'il ne possède en conséquence d'autres propriétés distinctes.

VIe. LOI.

Il y a pour les affinités une condition de température

qui en rend l'action ou lente, ou rapide, ou nulle, ou efficace.

On a remarqué depuis long-temps que les dissolutions s'opèrent bien plus facilement à l'aide de la chaleur ; mais si elle ne disposoit les corps à la combinaison qu'en relâchant l'aggrégation de leurs molécules respectives, il s'ensuivroit, ou qu'elle ne devroit influer que sur la durée de la dissolution, ou du moins que les quantités de la matière dissoute devroient toujours être dans le rapport de la température, & cela n'est nullement conforme à l'observation. Enfin, si la chaleur n'affectoit jamais les affinités que de cette manière, loin que son accumulation pût empêcher une combinaison de deux corps, elle devroit toujours la rendre de plus en plus facile, en diminuant aussi de plus en plus la force aggrégative des molécules de ces deux corps.

Ce n'est donc pas de cet effet de la chaleur dont je veux parler ici, d'autant plus qu'il rentre dans une des loix précédemment établies ; c'est de la différence dans les résultats de l'affinité des mêmes corps, qui semble dépendre plus particulièrement de la température, ou, pour m'exprimer plus clairement, de la présence ou de l'absence d'une certaine quantité de chaleur sensible, au moment où les corps sont présentés au contact.

Bergman a dit que les vraies affinités des corps étoient celles qu'ils exerçoient lorsqu'ils étoient abandonnés à eux-mêmes, & qu'un violent degré de chaleur étoit une cause externe qui *rompoit* plus ou moins, & quelquefois changeoit totalement les vraies affinités (*Dissertat. XXXIII*, §. 4). Je ne puis être ici de l'avis de ce grand Chymiste, qui considère comme étrangère à l'affinité une matière qui ne peut procéder aussi que par affinité, qui semble annoncer comme une propriété générale de la matière de la chaleur accumulée de diminuer l'affinité respective des corps, tandis qu'il est constant qu'elle en favorise le plus souvent l'action, ainsi qu'il le reconnoît lui-même, & que s'il arrive qu'elle fasse obstacle à une composition qui auroit eu lieu sans cette accumulation, ou à une température moins élevée, cela ne vient réellement, ou que de son affinité particulière & plus puissante avec une des substances qu'elle s'approprie, ou que d'une affinité nouvelle & supérieure qu'elle détermine par sa présence. Le développement de ces deux causes donnera une idée claire de ce que j'entends par *condition de température*; il servira en même temps à prouver la vérité de cette VIe. loi, & à en diriger les applications.

I. En écartant la règle trop générale de Bergman sur l'influence de la chaleur, on trouve que personne n'a mieux expliqué la différence des affinités *par la voie humide* & *par la voie sèche*. Soit l'affinité d'un corps A avec le corps B = 6, avec le corps C = 5 ; que l'on suppose en même temps que les corps A & C soient très-fixes, ou seulement beaucoup moins volatils que B : il est évident qu'à la température ordinaire, A s'unira avec B à l'exclusion de C, par la raison de la différence de 6 à 5. Mais si l'on accumule la matière de la chaleur autour de ces trois corps, la tendance de B à l'état de vapeurs croîtra dans une proportion très-différente des deux autres, à cause de son affinité particulière avec cette matière de la chaleur ; & quand ce corps B sera parvenu au terme de composition qui doit lui donner la forme de ce nouveau dissolvant, il quittera le corps A, & celui-ci restant libre, sera contraint de céder à l'attraction de C, devenue assez puissante par l'absence de B.

Tout ceci peut s'éclaircir par des exemples familiers. Quand on met ensemble de l'eau, de l'alcohol & du sel, à la température moyenne ; l'eau s'empare de l'alcohol en vertu de sa plus grande affinité avec lui, & le sel reste non dissous. Mais si l'on élève la température au degré qui vaporise l'alcohol, l'eau reste & s'unit au sel. Par où l'on voit que les affinités ne changent pas, que leur puissance n'est ni rompue, ni diminuée ; qu'elles sont seulement rendues nulles ou efficaces par la condition de la température ; en un mot, qu'il n'y a ici aucune force étrangère à l'affinité. C'est à l'égard des deux combinaisons qui en résultent, comme si l'on eût commencé par séparer l'alcohol de l'eau par la distillation, & que l'on eût ensuite présenté le sel à l'eau ; & si l'on ne peut pas dire que ce soit absolument la même chose, c'est que dans le premier cas l'affinité du sel à l'eau, quoiqu'inférieure, fait pourtant équilibre à une portion quelconque de la force attractive de l'eau & de l'alcohol, & en rend, par ce moyen, la séparation plus complète & plus prompte. Or, cette circonstance prouveroit encore, s'il en étoit besoin, que la matière de la chaleur n'opère aussi que par ses affinités, puisqu'elle suit la même marche que nous avons observée dans toutes les autres affinités par concours.

Pour ce qui est du passage d'une substance de l'état fixe à l'état de vapeurs, on ne peut douter qu'il ne soit sujet aux mêmes loix que toutes les combinaisons chymiques : j'ai déjà remarqué que le sel étoit mouillé par l'eau avant que d'en prendre la fluidité, comme la glace passe par différens degrés de chaleur avant que de s'élever en vapeurs ; tous ces changemens s'opèrent d'une manière uniforme, par succession de surcompositions ; & leur terme arrive précisément au point qui surpasse l'équilibre des forces contraires à l'affinité du dissolvant.

Après cela, on ne doit plus être étonné que les affinités, ou plutôt les résultats des affinités, soient différens à diverses températures, ou, comme on le dit, d'une manière un peu trop circonscrite, par *la voie humide* & par *la voie sèche*. C'est ainsi que l'acide vitriolique, qui décompose l'arseniate de potasse par la voie humide, est à son tour obligé de céder cette base à l'acide arsenical par la voie sèche. Mais il est essentiel de remarquer que ce n'est ni la différence de la chaleur qu'on peut appliquer à un creuset ou à un alambic, ni la présence ou l'absence de l'eau, ni même un degré préfixe de chaleur qui

forme, dans ce cas, une limite invariable. M. Darcet a fait connoitre un alliage d'étain, de plomb & de bismuth, qui se fond dans l'eau avant qu'elle soit échauffée au degré de l'ébullition ; dans un grand nombre d'opérations, que l'on appelle *par la voie sèche*, la fluidité aqueuse persiste jusqu'à la fin ; on en a un exemple frappant dans la décomposition du formiate de soude par l'acide boracin, au degré de l'ébullition ; tandis que l'acide formicin prend la base du borax à la température ordinaire (*Voy.* ACIDE FORMICIN). Enfin, l'amalgame de l'or avec le mercure, est bien manifestement une opération de même nature que l'alliage de l'or à l'argent, quoiqu'il y ait une très-grande distance entr'elles par rapport à la chaleur qu'elles exigent.

Ce ne sont donc pas ces circonstances, mais le changement, à quelque degré que ce soit, dans les résultats des affinités qui fait la ligne de séparation ; & la condition essentielle est la raison composée de l'affinité & de la température ; c'est-à-dire, de l'affinité des corps entr'eux, & de leur affinité avec la matière de la chaleur. De sorte que dans l'union de l'or au mercure, par exemple, il y a trois températures à considérer : 1°. celle où les deux métaux sont solides, & où l'affinité est nulle suivant notre première loi ; 2°. celle qui rend le mercure fluide & où l'affinité est efficace ; 3°. celle qui vaporise le mercure & où l'affinité des deux métaux est vaincue par l'affinité de l'un avec la matière de la chaleur, où la séparation s'opère par la propriété qu'il possède à un plus haut degré de se surcomposer avec ce dissolvant, au point d'en prendre la forme. Toute autre distinction est futile, celle de la voie humide & de la voie sèche ne recevroit même ici aucune application raisonnable.

II. Mais il y a des cas où l'accumulation de la matière de la chaleur semble former aussi une condition essentielle pour déterminer l'affinité de deux corps entr'eux, sans se combiner avec l'un ni avec l'autre, & sans rester fixée dans le produit de leur union, du moins en proportion qui réponde à la quantité accumulée. Ce phénomène se montre surtout dans les combustions, & c'est à l'occasion de la combustion de l'air vital avec le gas inflammable que M. Monge a dit qu'*il paroissoit contraire à ce qu'on observoit dans toutes les opérations de la Chymie, qu'en augmentant la dose d'un dissolvant on diminuât l'adhérence qu'il avoit avec ses bases.* (*Mém. de l'Acad. roy. des Sciences, ann. 1783, pag. 88*).

La combustion n'est, comme on le verra dans la suite, qu'une combinaison de deux principes, le combustible d'une part, & de l'autre la base de l'air vital ; combinaison déterminée par affinité, & pendant laquelle une grande quantité de la matière de la chaleur est rendue libre.

Cette affinité exige pour la plupart des combustibles, sur-tout dans la combinaison directe, une température très-élevée, même un commencement d'ignition, ou l'approche d'un corps quelconque déjà enflammée. C'est ce qu'on observe pour la combustion de l'air vital & du gas inflammable, quoique ces deux substances soient déjà dans l'état d'une foible aggrégation, ou d'une grande expansion par la matière de la chaleur qu'elles recèlent. Cependant, cette chaleur devient libre pour la plus grande partie à l'instant de leur union ; il est donc vrai de dire qu'en augmentant la quantité du dissolvant, on fait cesser son adhérence avec les corps dissous. Mais ce phénomène est-il réellement inconciliable avec ce que nous connoissons de la marche de la nature dans les dissolutions ? Cette question mérite d'être examinée.

1°. Il est bon d'observer qu'il ne s'agit pas ici d'une seule dissolution qui ne suppose que deux corps ; je conçois qu'alors il devroit nous paroître fort étrange, qu'en augmentant la dose du dissolvant, on parvînt à le séparer du corps dissous : mais les idées que nous nous sommes formées d'après la contemplation habituelle de ce cas simple, peuvent-elles servir à nous faire juger de ce qui est possible dans un cas plus composé ? Je suis d'autant plus fondé à le révoquer en doute, que toute la difficulté repose ici sur une contradiction apparente, & qu'il ne peut y avoir de contradiction dans les résultats s'il n'y a parité dans les circonstances qui les produisent ; or, dans la combustion des deux gas, il y a manifestement trois corps très-distincts, au lieu de deux que nous considérons ordinairement dans l'Ethiologie des dissolutions.

2°. Le fluide que nous considérons ici comme dissolvant ne peut être comparé à aucune des substances que nous comprenons le plus ordinairement sous cette dénomination, puisque, dans le sens rigoureux, il deviendroit le dissolvant unique, tous les autres corps recevant de lui la fluidité à la faveur de laquelle ils manifestent cette propriété : il se pourroit donc qu'il s'écartât en quelque chose de la route tracée pour les autres, ou du moins qu'il présentât quelques phénomènes qui ne pussent être rapprochés que de ceux qui dépendent de son action immédiate, sans rendre moins vraisemblables des faits qui frappent nos sens, & sans nous obliger à les concevoir autrement que comme nous les voyons.

3°. On connoît en Chymie un grand nombre de dissolutions où le dissolvant est essentiellement composé d'eau, où il emprunte sa fluidité actuelle de l'eau, & où cependant l'addition d'une plus grande quantité d'eau rompt l'adhérence du dissolvant avec le corps dissous, comme il arrive au spat pesant dissous dans l'acide vitriolique. Il ne feroit donc pas impossible que l'abondance de la matière de la chaleur fît cesser de même la condition de l'équipondérance, & que, par cette seule circonstance, les bases des deux gas se trouvassent plus disposées à obéir à leurs affinités respectives.

4°. La nécessité d'une première étincelle pour quelques combustions, ne nous rejette, ce me semble, loin des idées communes des dissolutions chymiques, que parce qu'on a fait jusqu'ici trop

peu d'attention à l'influence de la température sur les affinités ; en rapprochant quelques-unes des observations les plus importantes sur ce sujet, je parviendrai peut-être à résoudre la difficulté proposée par M. Monge, en même temps qu'elles me serviront à développer les conséquences de cette VIe. loi des affinités.

Le *soufre* ne commence guère à donner des vapeurs acides, que quand il est échauffé à 190 degrés du thermomètre de Réaumur ; il n'y a inflammation complète qu'à environ 240. Je n'ai pas besoin de dire que, dans les deux cas, le soufre est supposé en contact avec l'air.

Le *phosphore* éprouve une combustion lente, visible pourtant dans l'obscurité, à 15 degrés de chaleur ; il s'enflamme subitement à 40.

Le *gas nitreux* s'unit au principe acidifiant, c'est-à-dire, qu'il brûle à toute température connue, ou du moins fort au dessous du terme de la congelation.

Le *charbon*, au contraire, exige une très-haute température ; à en juger par les charbons qui s'allument spontanément à côté des fourneaux, & sans toucher à aucun corps enflammé, j'imagine qu'elle doit être au-delà de 150 degrés.

Mais le combustible & le principe acidifiant, base de l'air, sont-ils présentés l'un à l'autre dans un état différent de composition, les affinités paroissent changées, & on n'a plus besoin d'une température aussi élevée pour obtenir les mêmes résultats.

Pour le soufre, la combustion s'opère à l'aide d'une chaleur fort inférieure dans l'acide nitreux concentré ; elle s'opère à la température moyenne dans l'acide muriatique déphlogistiqué, & quand le soufre est présenté en état d'hépar, soit à l'air, soit au gas nitreux.

Pour le phosphore, il s'allume fort au dessous du point de la congellation, quand il est mis en état de gas phosphorique par son union avec le gas inflammable ; & ce qui prouve bien que la chaleur ne fait rien non plus sans l'affinité, c'est que l'on peut fondre le phosphore dans le gas nitreux, par le moyen de la lentille, sans qu'il s'enflamme.

Pour le charbon, il s'unit au principe acidifiant, sans le concours d'une grande chaleur, dans les distillations de matières végétales, dans les opérations pour former les éthers. Que l'on ajoute du charbon à la chaux noire de manganèse, sur laquelle on distille de l'acide muriatique, une portion de ce charbon sera acidifiée ; on aura le même résultat si on met du charbon en poudre dans l'acide muriatique déphlogistiqué ; il sera plus complet & plus prompt si on a fait fondre auparavant le charbon avec la potasse caustique. On sait présentement qu'au moyen de plusieurs cohobations, le charbon décompose l'acide nitreux à la distillation. Enfin, suivant l'expérience de M. Proust, que j'ai plusieurs fois répétée dans les cours de l'Académie de Dijon, le charbon en poudre, séché dans un creuset bien fermé, & refroidi jusqu'à 12 degrés & au dessous, est enflammé sur le champ par l'acide nitreux concentré, à la même température.

Pour le radical de l'acide nitreux, l'expérience de M. Cavendish nous a appris qu'il ne suffisoit pas de l'allumer une fois par l'étincelle électrique, & qu'il ne soutenoit pas de lui-même sa combustion avec l'air vital ; ce qui vient probablement de ce que le produit acide retient trop de la matière de la chaleur, & qu'il ne s'en dégage pas en assez grande quantité pour entretenir la température nécessaire à cette combinaison directe ; au reste, la nitrification journalière ne nous permet pas de douter que la nature ne l'opère par d'autres moyens que nous ne connoissons pas encore, où l'état différent de composition des corps, & le concours des affinités dispensent d'une température aussi élevée.

Enfin, *le gas inflammable* lui-même s'unit instantanément à l'air vital, sans accumulation de chaleur, lorsqu'on mêle l'acide muriatique déphlogistiqué à l'eau chargée de gas hépatique, puisque le soufre se précipite ; ce qui n'a lieu, comme l'a très-bien fait voir M. Berthollet, qu'autant que le gas inflammable de l'hépar passe dans une autre combinaison.

Je ne parle ici que des combustibles proprement dits, & non de ceux qui sont plus composés, qui occasionnent les inflammations spontanées, ni de la poudre à canon qui s'allume par la simple percussion du marteau sur l'enclume, ni du pyrophore qui brûle même dans le gas nitreux ; ni même des substances métalliques qui sont de vrais combustibles, & qui donnent lieu à tant de diverses combinaisons de la base de l'air, à la plus foible température : comme la chaux de fer qui se sépare du vitriol de mars par la seule impression de l'air ; le fer, qui passe à l'état d'éthiops dans l'eau froide ; le zinc, qui brûle dès qu'il entre en fusion ; l'antimoine, qui décompose l'acide nitreux à la chaleur de la digestion ; la chaux d'arsenic qui prend à froid l'air vital au gas acide muriatique déphlogistiqué, &c. &c.

On peut ajouter que la dissolution par l'eau, la plus simple des opérations de la Chymie, présente aussi quelquefois des phénomènes qui suivent manifestement la raison composée de l'affinité & de la température. L'eau se dessale aux deux termes opposés de la congellation & de l'ébullition ; elle prend communément plus de sel quand elle est chaude, que quand elle est froide ; à une plus foible température, elle se charge de plus de gas acide méphitique ; & M. Berthollet a observé que l'union du gas acide muriatique déphlogistiqué avec l'eau, suivoit une loi toute différente, puisqu'il s'en séparoit également au dessous comme au dessus du 10e. degré. Enfin, nous avons vu précédemment que, quoique le bleu de Prusse & la craie ne soient pas solubles séparément dans l'eau en quantité sensibles, même au degré de l'ébullition, cette condition suffit néanmoins pour mettre en jeu leurs affinités respectives.

Je ne dois pas omettre dans ce rapprochement

deux observations que nous devons à M. Monge, & qui me paroissent ici d'un grand poids; l'une, qu'en abaissant la température autour d'une bougie allumée, on parvient à l'éteindre; l'autre, que plus la combinaison des deux corps est intime, plus ils doivent abandonner de la matière de la chaleur qui leur étoit unie.

C'en est assez, ce me semble, pour nous mettre sur la voie de comprendre comment l'affinité peut devenir, ou plus puissante, ou plus foible, ou nulle, suivant les diverses températures; & réciproquement, comment l'effet de la température peut lui-même varier à raison des affinités doubles, ou par concours.

Cependant, s'il restoit quelques doutes que l'élévation de température ne fût pas la cause immédiate, ou du moins la cause unique de l'inflammation des deux gas & du dégagement de chaleur qui l'accompagne, je me persuade qu'ils seront dissipés par la comparaison de ce qui se passe dans l'expérience suivante.

Que l'on prenne 4 gros d'eau & 4 gros d'acide vitriolique (qui ait environ 1850 de pesanteur spécifique), l'une & l'autre à cinq ou six degrés au dessous de la congellation; ces deux substances mises en contact n'auront réellement aucune action l'une sur l'autre. On sent que je ne veux parler ici que de l'acide congelé, & non de l'acide concret, qu'on nomme glacial fumant.

Maintenant que l'on élève séparément la température de chacune de ces substances, seulement de dix degrés, & qu'on les présente l'une à l'autre dans ce nouvel état, elles exerceront leurs affinités à l'instant du contact, & il y aura production de chaleur sensible d'environ 40 degrés pendant leur combinaison.

Si l'on admet que l'eau & l'acide retenoient encore, même en état de glace, une portion de matière de la chaleur, suivant le principe qu'aucun corps n'en est absolument privé, & que le froid n'est qu'un terme relatif; si l'on considère, d'autre part, que l'eau & l'acide s'unissent ici comme corps simples, sans éprouver aucune décomposition, sans qu'il résulte de leur union autre chose que le dégagement d'une quantité de matière de la chaleur, précisément comme dans la combustion des deux gas, on regardera ce phénomène comme une preuve assez directe que, lorsqu'on ajoute à deux substances de nature différente, une portion de matière avec laquelle elles étoient déjà combinées, il peut s'ensuivre, par le jeu de leurs propres affinités, un dégagement de cette matière, & même en quantité beaucoup plus considérable que celle qu'on y avoit ajoutée.

Après avoir ainsi démontré combien la température influe sur les résultats des affinités, je n'ai pas besoin d'insister sur la nécessité de faire état désormais dans la comparaison de ces forces du degré de chaleur qui peut les rendre efficaces. Personne n'ignore quelles lumières a déjà répandues sur la science des combinaisons, la distinction des Modernes entre les affinités par la voie humide, & les affinités par la voie sèche: il seroit plus commode, sans doute, de s'en tenir là; &, au lieu de suivre une échelle de variations, de n'avoir jamais à considérer que ces deux termes extrêmes; mais nous avons vu que la condition essentielle se trouvoit souvent au dessus ou au dessous de ces limites; & puisque la nature ne les reconnoit pas, puisqu'elle ne conforme pas ses opérations à nos principes abstraits, il ne nous reste d'autre moyen de remonter aux vraies causes, ou de prévoir les effets avec quelque certitude, que de faire entrer dans le calcul des puissances tous les rapports qui les modifient. C'est ce qui m'a engagé à donner à cette loi de la température, des expressions moins circonscrites, & qui puissent s'appliquer à tous les cas possibles.

Ce sont là toutes les loix d'affinité que j'ai cru pouvoir admettre: je n'ignore pas que l'on en a proposé d'autres, & même quelques-unes qui ne s'accordent pas avec celles-ci; mais après ce que j'en ai dit dans le cours de cette Section, il me reste peu de choses à ajouter pour achever de faire connoitre les raisons qui m'ont décidé à les supprimer, ou à les changer.

L'École de Stahl a long-temps donné pour axiome que l'affinité étoit plus forte entre les corps qui receloient des principes de même nature; d'autre part, quelques Modernes ont avancé que jamais l'affinité n'étoit plus forte que lorsque les corps entre lesquels elle avoit lieu, différoient plus les uns des autres par leur nature. Je n'ai pas besoin de faire remarquer la contradiction qui se trouve dans ces deux propositions: elles sont, d'ailleurs, toutes les deux destituées de fondement. La *première*, comme le dit Bergman, est le plus souvent fausse & contraire a l'observation (*Dissert. XXXIII*, §. 17); il n'en faut d'autre preuve que l'affinité d'un composé avec un de ses principes, qui se trouve communément assez foible, & qui devroit toujours être très-forte dans ce système. La *seconde* ne me paroît pas mériter plus de confiance comme loi générale: il est bien vrai que les combinaisons que nous estimons les plus parfaites sont, comme le dit M. de Fourcroy, celles qui résultent de l'union des acides avec les alkalis, des acides avec les terres, avec les métaux, des alkalis avec les huiles, de l'alcohol avec l'eau; mais je ne pense pas que nous soyons assez avancés pour affirmer en même temps, & que ces substances soient précisément celles dont la nature est le plus opposée, & que les corps qui se rapprochent par un plus grand nombre de propriétés communes, ne puissent produire des compositions aussi intimes. Il faudroit pour cela avoir déterminé & comparé d'avance les degrés d'adhérence des principes de ces composés & ceux des métaux entr'eux, dans les alliages; ceux de l'eau avec les sels neutres; ceux des acides avec l'eau: il faudroit pouvoir expliquer dans cette hypothèse pourquoi les acides se déplacent réciproquement, sans qu'il y ait la moin-

dre apparence que leur nature soit plus opposée à celle de la base ; pourquoi, dans les bases, la supériorité appartient, tantôt aux alkalis, tantôt aux terres ; pourquoi les métaux ne s'unissent aux acides qu'après qu'ils se sont approchés eux-mèmes de l'état d'acide par une première composition ; comment il se peut, enfin, que quelques substances métalliques soient tantôt de nature opposée aux acides, pour leur servir de base, & tantôt de nature opposée aux alkalis, pour les neutraliser. Disons plus, cette généralité est inconciliable avec quelques-unes des plus importantes découvertes de notre temps ; suivant lesquelles, nous verrons que l'acide nitreux & l'alkali volatil, les acides & les chaux métalliques, l'eau & l'alcohol ont un de leurs principes communs.

Il est prouvé par un grand nombre d'observations que, lorsque deux ou plusieurs corps s'unissent par affinité, leur température change dans l'instant de leur union ; mais si cet effet n'est pas constant & nécessaire, la multiplicité des exemples ne suffit pas pour établir une loi. On sait que pendant la dissolution du méphite de soude par l'acide nitreux, il y a chaleur ou froid produits, suivant la concentration de l'acide ; il peut donc y avoir un point où la quantité de chaleur dégagée corresponde exactement à la quantité de chaleur absorbée ; & la loi qui annonceroit absolument un changement de température, se trouveroit fausse dans ce cas, ainsi que dans beaucoup d'autres dont la possibilité n'est pas moins évidente.

Tous les corps ne s'attirent pas avec une même force, tous n'ont pas une égale affinité ; s'il en étoit autrement, il n'y auroit plus ni décomposition, ni combinaison nouvelle ; la nature seroit morte, ou, si l'on veut, dans un repos absolu. Cette vérité tient donc aussi essentiellement à l'ordre physique, qu'il est essentiel que la densité d'une substance soit en proportion de la quantité de matière contenue dans un espace donné ; mais il ne suffit pas qu'une proposition soit vraie pour en former une règle de méthode ; celle-ci ne serviroit qu'à faire croire qu'il est impossible que deux corps aient précisément la même tendance à s'unir à un troisième, ou que deux corps aient entr'eux le même degré d'affinité que deux autres corps aussi entr'eux. Or, ces généralités ainsi converties en propositions affirmatives, pourroient se trouver tout aussi fausses que celle qui affirmeroit que deux corps ne peuvent avoir la même densité, ou toute autre propriété commune au même degré.

Quant à la manière de mesurer cette force d'affinité que manifestent les différens corps, c'est là véritablement ce que l'on doit attendre de la méthode ; & je croirois avoir fait la chose la plus importante aux progrès de la Chymie, si j'étois parvenu à donner sur ce sujet une règle sûre ; mais j'ai formé la résolution de ne rien hasarder, autant qu'il me seroit possible, & l'on verra dans la Section suivante, qu'il offre plutôt matière à discussions, que des principes pour asseoir une loi générale.

Troisième Section.

De la manière de considérer les affinités pour en déterminer la puissance.

J'ai déjà observé que la Table d'affinités de Geoffroy, ainsi que toutes celles qui ont été construites après lui, sur le même plan, indiquoit seulement le rang dans lequel les substances devoient être placées à raison de leur plus ou moins grande affinité avec un autre corps, & non des rapports déterminés que l'on pût faire entrer dans tous les calculs où l'on a besoin d'évaluer, au moins comparativement, ces forces. C'est en ce sens que le célèbre Kirwan a dit, avec grande raison, que nos *Tables d'affinités* mériteroient plutôt d'être appellées *Tables des précipitations* ; car il est évident qu'elles n'expriment en effet rien autre chose, sinon que la substance placée au premier rang, dans chaque colonne, précipite la substance qui est placée en second ordre, & ainsi successivement.

On doit se garder néanmoins de conclure de là qu'il faille abandonner cette méthode, ce seroit une grande erreur. Les premiers Chymistes n'ont pu avoir d'autre boussole pour découvrir les affinités, dans des recherches aussi obscures, c'est beaucoup que de constater des inégalités en plus & en moins, même sans déterminer exactement les différences ; l'observation d'un corps déplacé par un autre, devient la preuve d'une affinité victorieuse ; de deux corps présentés libres à un troisième, l'un est adopté, l'autre exclus ; voilà la preuve indubitable d'une affinité d'élection. Je doute que nous parvenions à trouver nous-mêmes une méthode plus sûre, ou du moins qui nous dispense d'en vérifier l'exactitude par ces deux résultats décisifs. Mais enfin, tous les Chymistes paroissent s'accorder à penser qu'il est temps de considérer les affinités sous un point de vue plus étendu ; Bergman lui-même a senti qu'il falloit tenter d'aller plus avant (1), que les affinités doubles, ou par concours, exigeoient des expressions plus comparables. Examinons donc ce qui a été proposé pour y parvenir.

En tournant leurs efforts vers le même but, les plus célèbres Chymistes ont pris des routes bien

(1) *Cujuslibet accuratior mensura numeris exprimenda adhuc desideratur, quæ tamen huic doctrinæ magnam adfunderet lucem.* Ce sont ses termes (*Dissert. XXXIII*, §. 1) ; & il cite en note mes expériences sur les adhésions, celles de M. Achard, & les vues ingénieuses de M. Kirwan. En 1784, MM. Gadolin & Maconius soutinrent, dans l'Université d'Abo, une these où l'on trouve cette position : *Tum demùm pleno cùm successu in attractionibus electivis corporum stabil[illegible] desudatur, cùm inventa fuerit methodus generalis easdem mathematicè, hoc est, in ratione numeri ad numerum definiendi.*

opposées,

opposées. Les uns, comme M. *Wenzel*, ont considéré le temps ou la durée des dissolutions, pour mesurer la puissance dissolvante ; d'autres pensent, avec M. *de Fourcroy*, que c'est moins la facilité de l'union que la résistance à la séparation qui annonce l'intensité de cette puissance ; suivant *Macquer*, l'affinité des corps en général est en raison composée de la facilité avec laquelle ils s'unissent, & de la force d'adhérence avec laquelle ils restent unis ; enfin, M. *Kirwan* a estimé l'affinité des acides avec les bases par les différentes quantités qu'ils en exigeoient pour leur saturation. Cette diversité d'opinions annonce toute la difficulté de la matière. Je ne ferai pas mention ici de la correspondance que j'ai observée entre les forces d'adhésion des surfaces, & les affinités de composition ; on a pu voir, à l'article ADHÉSION, que j'étois d'accord avec M. Kirwan, que cette méthode ne pouvoit être appliquée à tous les cas, mais que cela n'empêchoit pas qu'entre des mains industrieuses elle ne fût, dans beaucoup de circonstances, un moyen de plus, & un moyen utile pour obtenir des approximations, pour confirmer, quelquefois même pour corriger des résultats fondés sur d'autres principes.

I. Ce n'est pas assez, dit M. Wenzel, de savoir si l'union d'un dissolvant commun est plus petite ou plus grande avec une substance qu'avec une autre ; il importe encore de savoir de combien. Pour trouver ces différences, il commence par établir que la disposition des corps à l'union ne peut varier qu'à raison des parties de la figure des parties constituantes ; il regarde cette figure comme un simple instrument ; il lui applique le principe statique que l'action d'un poids donné est d'autant plus lente, que la force est plus petite en comparaison de la masse ; & considérant les corps à dissoudre comme des masses, & leur dissolvant commun comme une force qui agit plus ou moins promptement sur les uns que sur les autres, il en conclut que, plus le dissolvant s'unit promptement avec un corps, plus le degré d'affinité doit être élevé ; c'est-à-dire, que l'*affinité des corps avec un dissolvant commun, est en raison inverse du temps nécessaire à leur dissolution* (Lehre von der Werschandschaft &c. §. 26).

Ce principe (continue cet Auteur) se trouve d'accord avec l'expérience. Que l'on forme de petits cylindres tout semblables, de cuivre, d'argent, de plomb & d'autres métaux très-purs ; qu'après les avoir exactement pesés & pris note de leurs poids, on les enduise de succin ou de quelque autre vernis solide, de manière qu'il ne reste à découvert que l'un des bouts sur lequel puisse agir le dissolvant (le mercure peut être mis dans la même condition, en le versant dans un cylindre creux de soufre fondu) ; que l'on mette tous ces cylindres dans des vaisseaux pareils, avec parties égales du dissolvant commun, les vaisseaux placés dans un plus grand vaisseau rempli d'eau pour les entretenir à la même température ; que l'on examine, une heure après, les résultats ; on trouvera, en pesant ce qui reste de chaque cylindre dépouillé de son vernis, que les quantités dissoutes répondent aux degrés d'affinité de ces métaux avec le dissolvant commun. Ainsi, en procédant avec toute l'attention nécessaire pour que le dissolvant de même force agisse à un degré égal de chaleur, & pendant un temps égal, sur des surfaces égales, il sera facile de calculer combien dureroit, dans les mêmes circonstances, la dissolution complète de chaque cylindre, si l'on employoit la quantité de dissolvant nécessaire ; & les différences de durée des dissolutions exprimeront en nombres déterminés les différences des degrés d'affinités.

Les Chymistes un peu exercés jugeront aisément toutes les difficultés que présenteroit une suite d'expériences ordonnées sur ce plan ; ce n'est pas cependant ce qui a empêché de les entreprendre, parce qu'on sait que le fruit seroit encore au dessus du travail, & qu'on ne peut raisonnablement s'attendre à soulever, en cette partie, le voile de la nature sans rencontrer de grands obstacles ; mais le système de M. Wenzel, quoique présenté avec beaucoup de sagacité, n'a pas paru établi sur une base assez solide : quelques réflexions suffiront pour justifier cette opinion.

J'ai fait voir précédemment (§. 11) que l'affinité n'étoit réellement qu'un effet de l'attraction modifié par diverses circonstances, & en particulier par la figure des parties constituantes des corps ; mais je n'ai eu garde d'en conclure, avec M. Wenzel, que de la seule variété de figure des élémens du corps à dissoudre, on pût déduire l'explication des dissolutions par une simple application des loix de la Statique, ou en comparant les masses & les vitesses de ces élémens ; je crois avoir prouvé, au contraire, qu'en se bornant à considérer l'influence de la figure dans les affinités, c'est-à-dire, en supposant les densités égales, ce n'étoit ni la figure des parties du dissolvant, ni la figure des parties du corps à dissoudre qui déterminoit, à une distance donnée, l'intensité de la puissance attractive, mais le rapport de figure des parties de l'un avec les parties de l'autre de ces corps, ou la latitude de leur disposition au contact. Cette vérité évidente résiste à l'hypothèse de M. Wenzel, dans laquelle le dissolvant commun est considéré comme une force donnée qui ne change pas, & qui n'agit plus ou moins promptement sur les bases, que parce que le mouvement suit la raison des masses.

J'observerai, en second lieu, que son expérience n'est nullement décisive, même pour l'acide nitreux, qu'il prend pour exemple d'un dissolvant commun des métaux ; puisqu'il est certain que cet acide à un degré déterminé de concentration, n'agit pas également sur toutes les substances métalliques ; aussi recommande-t-il d'employer cet acide délayé dans certains cas, & non délayé dans d'autres, sauf à tenir compte de ces différences dans le calcul. D'autre part, ce Chymiste n'a soumis ni les terres, ni les alkalis à la même expérience comparée. Ses résultats

pour les métaux ne sont pas non plus absolument d'accord avec les observations les plus familières; car on sait que l'acide nitreux attaque avec bien plus de rapidité l'étain & l'antimoine que le plomb, quoique son affinité avec le dernier soit démontrée plus forte par la voie directe de la précipitation. Enfin, il est manifeste que l'acide vitriolique qui agit si lentement, si difficilement, sur l'argent, le mercure & le plomb, a cependant plus d'affinité avec ces métaux que l'acide nitreux, puisqu'il les lui enlève; il n'y a donc aucune conclusion à tirer d'un acide à l'autre pour le degré d'affinité avec les diverses substances métalliques.

A ces objections déjà proposées par le célèbre Kirwan (*Transf. philos. 1783, part. I, p. 37*) on peut ajouter que les dissolutions métalliques que l'Auteur a choisies, sont peu susceptibles de servir à la comparaison de la durée de l'action d'un dissolvant simple sur diverses bases, puisque Bergman a prouvé que les métaux ne s'unissoient aux acides qu'après qu'ils avoient été mis en état de chaux; que cet état dépende de la perte du phlogistique, ou qu'il soit dû à une première composition avec la base de l'air vital, l'étiologie dans laquelle on ne tient aucun compte de ce premier effet, n'en est pas moins incomplète. Cet argument devient bien plus pressant à mesure qu'on se rapproche des dernières découvertes, suivant lesquelles l'eau ajoutée à un dissolvant acide, loin d'être une condition aussi indifférente à l'affinité que M. Wenzel le suppose, donne lieu à de nouveaux produits par les affinités de ses parties constituantes. *Voy. l'article* EAU.

Ce seroit quelque chose sans doute que d'avoir en nombre déterminés les rapports d'affinité de plusieurs bases avec un même dissolvant; mais on a moins de regrèt que le principe d'où M. Wenzel les déduit ne soit pas fondé, lorsqu'on voit que ces nombres ne pourroient être transportés dans les symboles des affinités par concours, qui est le cas où ces expressions sont le plus utiles, lorsqu'elles représentent des valeurs que l'on puisse supposer absolues; ou, ce qui est la même chose, qui soient établies sur des proportions qui aient une base correspondante pour tous les dissolvans. Cette réflexion fourniroit, s'il en étoit besoin, une nouvelle preuve contre la méthode dont il s'agit; car on ne peut appeller mesure d'une puissance celle qui ne peut se comparer qu'avec elle-même. Je ne puis m'empêcher de témoigner mon étonnement de ce qu'un Auteur, qui explique d'ailleurs si clairement les doubles affinités, & comment les combinaisons résultent dans ce cas de l'excès de deux des quatre forces qui concourent, a pu conclure (§. 40) de la décomposition du cinnabre par le muriate d'argent, que l'acide muriatique s'unissoit plus volontiers avec le mercure qu'avec l'argent, & supposer qu'alors *la somme des deux plus grandes tendances à l'union l'emporte sur la somme des deux plus petites*; cette proposition ne s'accorde pas avec ce que nous avons vu précédemment, & où j'ai eu l'attention de faire remarquer au contraire que, dans ces sortes de combinaisons, la plus grande force d'affinité étoit toujours vaincue, lorsque, réunie à l'autre force d'affinité conspirant avec elle, elle ne produisoit qu'une somme inférieure à la somme des deux forces opposées.

II. La plus ou moins grande résistance à la séparation des deux corps, paroit avoir, avec la force qui les unit, une correspondance bien plus intime, bien plus nécessaire, & mériter ainsi la préférence sur tout autre moyen pour en déterminer la mesure. Mais avons-nous des moyens d'estimer cette résistance? Voilà une question qui doit être résolue en premier ordre; & à un examen sérieux, on reconnoît bientôt que les uns sont peu dignes de confiance, que les autres rentrent absolument dans le systême des observations d'après lesquelles ont été construites les tables de précipitations ou d'attractions électives, & que par conséquent ce principe n'est pas plus heureux pour fonder une méthode générale de l'évaluation des affinités.

Lorsqu'on parle des moyens de rompre une combinaison chymique, on conçoit qu'il ne peut être question que de moyens chymiques; tous les autres seroient impuissans, puisque c'est la condition de toutes dissolutions que leurs plus petites parties intégrantes se retrouvent encore dans le même état de composition. Quelques circonstances néanmoins semblent favoriser une distinction entre les divers moyens chymiques, en ce que les uns laissent des traces bien manifestes d'une union nouvelle, déterminée par l'affinité d'un autre corps, comme quand un acide cède sa base à un acide plus puissant; tandis que l'action des autres paroit se réduire à séparer les corps qui étoient combinés: on place ordinairement dans cette dernière classe la séparation de l'eau & de l'acide, de l'eau & de l'alcohol, de l'eau & des sels, occasionnée par la congellation, de même que toutes les décompositions qui s'opèrent par la seule application de la chaleur. C'est dans ces décompositions, dont les exemples sont très-communs, que M. de Fourcroy a choisi celui qu'il a fait servir à établir cette proposition, que *l'affinité se mesure plus par la difficulté qu'on a à séparer un composé en ses principes, que par la vivacité de leur union.* « L'acide nitreux (dit-il) s'unit avec violence au mercure, dont il se sépare facilement par l'action du feu; tandis que l'acide marin, qui semble ne pas être susceptible de se combiner avec cette substance métallique, forme avec elle un sel qui se volatilise en entier par l'action du feu, & dont la chaleur ne peut séparer les principes. » (*Leçons de Chymie, &c. édit. de 1782, tom. I, pag. 29*).

Quand ces moyens seroient sûrs, ils auroient toujours l'inconvénient de ne pouvoir être appliqués à toutes les combinaisons; car ils supposent que l'un des deux corps combinés a, dans un bien plus haut degré que l'autre, la propriété de prendre la forme concrète par le froid, & de se volatiliser par la chaleur: or, nous savons par l'expérience qu'il y a une infinité de substances qui ne diffèrent pas assez

sensiblement à cet égard, pour qu'on puisse espérer d'obtenir par ces seuls moyens une séparation complète.

Mais dans les cas auxquels cette méthode est le plus applicable, sera-t-elle du moins utile & sûre? Je ne proposerai pas d'en juger uniquement par l'exemple qu'en a donné M. de Fourcroy, parce que la facilité avec laquelle l'acide nitreux se décompose au feu, & cède une partie de son air vital aux métaux avec lesquels il est uni, établit entre lui & l'acide muriatique une différence essentielle & qui pourroit suffire à l'explication des deux résultats contraires : je ne doute pas que ce savant Chymiste n'en ait fait lui-même la réflexion, & que ce ne soit là ce qui l'a engagé à omettre cet exemple dans la seconde édition de son Ouvrage.

Je conviendrai donc qu'il est nombre de cas où la chaleur & le froid peuvent opérer la séparation de deux corps d'une manière plus directe, & sans qu'aucun des deux éprouve de décomposition ; ce sont sans doute ceux que MM. Lavoisier & de la Place ont eu en vue dans le Mémoire qu'ils ont donné, en 1783, sur la chaleur ; & comme ils y ont en même temps annoncé la possibilité de généraliser cette méthode, je ne puis mieux faire que de rapporter ici, dans leurs propres expressions, l'opinion de ces deux illustres Accadémiciens sur la question qui nous occupe.

« L'équilibre entre la chaleur qui tend à écarter » les molécules des corps, & leurs affinités réciproques qui tendent à les réunir, peut fournir un » moyen très-précis de comparer entr'elles ces affinités ; si l'on mêle, par exemple, à une température quelconque au dessous de zéro, un acide avec » de la glace, il la fondra jusqu'à ce qu'il soit assez » affoibli pour que sa force attractive sur les molécules de glace, soit égale à la force qui fait adhérer ces molécules les unes aux autres, & qui est » d'autant plus grande que le froid est plus considérable ; ainsi, le degré de concentration auquel » l'acide cessera de dissoudre la glace, sera d'autant » plus fort, que la température du mélange sera plus » abaissée au dessous de zéro, & l'on pourra rapporter aux degrés du Thermomètre les affinités de » l'acide avec l'eau, suivant ses divers degrés de concentration. Il suit de là réciproquement que, si l'on » expose un acide affoibli à un degré de froid supérieur à celui dans lequel il cesse de dissoudre » la glace, les molécules d'eau ayant alors plus d'affinité entr'elles qu'avec lui, elles doivent s'en séparer & former de la glace, jusqu'à ce qu'il ait » acquis le degré de concentration correspondant à » cette température. En comparant ainsi les différens » acides, on aura, par une suite d'expériences faites » à diverses températures, leurs affinités respectives » avec l'eau ; & si l'on considère de la même manière toutes les autres dissolutions, on pourra mesurer avec précision les forces d'affinité des corps » les uns avec les autres ; mais cette théorie ne peut » être développée en aussi peu de mots, & nous en » ferons l'objet d'un Mémoire particulier. »

L'intérêt de la science me fait desirer que nous puissions bientôt jouir de ce nouveau fruit des travaux réunis de ces deux grands Physiciens ; jusques-là, personne n'a le droit de prononcer sur un système dont ils se sont réservés de fournir les preuves ; mais je ne puis me dispenser de proposer, du moins par forme de doutes, & d'après nos connoissances actuelles, mon sentiment sur les avantages que l'on peut tirer de ces opérations.

Lorsqu'on expose à l'action du feu un composé de deux substances, ou, ce qui est la même chose, lorsqu'on accumule autour de lui une certaine quantité de la matière de la chaleur, il peut se présenter différens cas.

Premier cas. Les deux principes du composé peuvent avoir l'un & l'autre si peu d'affinité avec cette matière, qu'ils conservent leur fixité au degré de feu le plus violent de nos fournaux ; c'est ce qui arrive à l'alliage d'or & d'argent. Ce composé est très-certainement dans un état de plus grande raréfaction, & par conséquent de moindre affinité (je dis de moindre affinité & non de moindre aggrégation, parce que l'aggrégation des molécules de chacune des parties composantes sur elles-mêmes, a été détruite par l'acte de la dissolution, & qu'il ne doit plus être question de cette force tant que la combinaison subsiste) ; cependant cette affinité, quoiqu'affoiblie par l'écartement que la chaleur occasionne entre les molécules intégrantes du composé, se trouve encore surpasser l'excès d'affinité que l'un des principes peut avoir plus que l'autre avec la matière de la chaleur, & ces deux corps persistent dans le même état de fixité & de combinaison.

Second cas. Les principes du composé peuvent avoir tous les deux, & à un degré pareil ou très-peu différent, une tendance plus marquée à s'unir avec la matière de la chaleur ; ils s'élèvent pour lors, mais toujours dans l'état de combinaison ; c'est une vraie dissolution du composé lui-même par la matière de la chaleur ; & quelque foible qu'on suppose l'affinité de ces principes entr'eux, quelque raréfaction qu'on leur fasse subir, il n'y a point de raison pour qu'ils se séparent : la force aggrégative des molécules de l'un décroissant comme celle des molécules de l'autre. L'air commun peut ici servir d'exemple, on n'a pas soupçonné jusqu'à présent une bien grande affinité entre l'air vital & le gas non respirable qui le composent ; cependant, on ne connoit aucune température qui puisse en opérer la séparation.

Troisième cas. Les deux principes du composé peuvent se trouver dans une condition fort différente, relativement à leur disposition à s'unir avec la matière de la chaleur ; ce cas, qui paroît être le plus fréquent, donne lieu à des phénomènes fort variables, que j'essaierai néanmoins de rapporter aux trois sous-divisions suivantes.

1°. Ou l'un des principes a une très-forte affinité avec la matière de la chaleur, tandis que l'autre n'en a qu'une très-foible ; alors la séparation s'opère facilement, quoique les deux principes aient entre

eux une assez grande affinité. C'est ce qui arrive lorsqu'on expose au feu la dissolution d'or par le mercure. Il est très-certain que, dans l'instant de la séparation, le mercure est bien autrement raréfié que l'or, & par conséquent la force aggrégative de ses molécules entr'elles diminuée dans une proportion beaucoup plus considérable; mais cette raréfaction inégale n'est-elle pas elle-même le produit de l'inégalité de l'attraction de la même matière par les deux corps? inégalité telle qu'à une même température l'un retient sa forme & la donne au dissolvant commun, tandis que l'autre reçoit la forme de ce dissolvant, probablement en se surcomposant avec lui par excès. On sait d'ailleurs que le relâchement de l'aggrégation favorise en général les combinaisons; c'est une conséquence du principe, que l'affinité d'aggrégation est une force contraire à l'affinité de composition; d'après cela, il seroit difficile de concevoir que cette diminution d'aggrégation pût être ici la cause immédiate & directe de la séparation, ou même y concourir autrement, qu'en favorisant une autre combinaison avec le corps fluide, comme dans toute attraction élective entre trois corps ou de précipitation.

2°. Ou bien l'excès d'affinité d'un des principes avec la matière calorifique, sur l'affinité de l'autre avec la même matière, est moins considérable; mais en même temps l'affinité de composition très-puissante. Dans ce cas, il est évident que la combinaison doit persister, & les deux principes rester unis: soit dans l'état de fixité, si la chaleur n'a pas été portée au degré qui peut volatiliser celui qui est le plus fixe; soit en état de vapeurs, si la température est assez élevée pour mettre en vapeurs le composé. De là vient sans doute que la base de l'air vital reste dans quelques chaux métalliques à une très-haute température; que l'acide méphitique supporte la voie sèche dans la décomposition du fluor & du spat pesant; que le muriate ammoniacal se sublime tout entier; que l'acide acéteux ne peut se concentrer par la distillation; que l'eau monte avec l'alcohol, à un certain degré de chaleur; que l'acide boracin s'élève à la faveur de son adhérence avec l'eau, &c. &c. Il ne faut pas, au surplus, perdre de vue ce qui a été établi dans la précédente Section, que les composés ne participent pas nécessairement, & dans une juste proportion des propriétés des parties composantes, & qu'ainsi le composé peut avoir, comme tel, son affinité propre avec le fluide calorifique; de sorte que, tant qu'il reste dans les limites de cette affinité, il ne peut agir efficacement pour déterminer la séparation. Autrement, ce seroit supposer que la même force peut actuellement coopérer à la surcomposition & à la décomposition du même corps.

3°. Il peut arriver enfin, que les deux principes ayant entr'eux une très-grande affinité de composition, l'excès de tendance de l'un à s'unir avec la matière de la chaleur, soit tel qu'il puisse rompre absolument la combinaison. On doit rapporter à cette espèce la décomposition de plusieurs sels par le feu, tels que l'alun, le vitriol de fer, le vitriol de zinc, le phosphate ammoniacal, l'acète de potasse, &c. &c.

Cette explication, qui se trouve parfaitement d'accord avec tout ce que nous avons observé précédemment sur le terme précis de saturation, sur l'affinité d'excès, & sur la condition de température dans les attractions chymiques, ne permet pas, ce me semble, de douter que la matière de la chaleur ne se combine aussi avec tous les corps par affinité; que ses affinités avec les différens corps ne sont pas moins inégales, & que c'est à raison de ces mêmes affinités que ces corps se montrent plus ou moins disposés à s'élever en vapeurs. Or, ces principes une fois admis, je ne vois plus de possibilité de déduire une estimation de l'affinité de composition entre deux substances, de ce qu'elles se séparent à un degré de chaleur déterminé; car ce degré n'a plus par lui-même aucune valeur comparable avec l'affinité de composition; il ne peut entrer dans le calcul de ces forces que comme coefficient de l'affinité du principe calorifique avec les deux corps combinés; & celle-ci étant tout à la fois variable & inconnue, on manque de terme fixe pour y adapter une échelle de rapports. Ainsi, l'on ne pourroit conclure de ces expériences, que ce que nous sommes dans l'usage de conclure de toute opération où il y a trois substances en jeu; c'est-à-dire, le rang qui leur convient respectivement, suivant que l'une est élue & l'autre précipitée, à telle ou telle température.

Ce que je viens de dire des décompositions produites par l'augmentation de chaleur, s'applique tout naturellement à celles qui s'opèrent par la diminution de chaleur, ou par le refroidissement. Il est tout simple que les effets soient ici dans un ordre inverse; mais la progression décroissante n'a pas une marche différente, & ne reconnoît point une autre loi; à la vérité la force aggrégative des molécules de l'eau, en état de glace, est plus grande que lorsqu'elle est en l'état fluide; en général elle est d'autant plus grande, que le froid est plus considérable: cependant, ni le combat, ni l'équilibre des forces opposées, ne se trouvent pas précisément entre cette force aggrégative & la température qui l'affoiblit à proportion de son intensité, mais entre l'affinité de combinaison des deux corps l'un avec l'autre, & l'affinité de la matière de la chaleur avec celui qui est le plus disposé à cette union; de sorte que la condensation au point de solidité ne peut avoir lieu pour l'une des parties composantes séparément, qu'après que l'affinité de composition est vaincue, & parce qu'elle est vaincue. C'est, dans la contemplation des affinités, le même phénomène que quand on sépare un sel de l'eau par l'alcohol; assurément les molécules du sel ainsi précipité sous forme concrète, (quoiqu'en crystaux très-petits & irréguliers) sont dans un plus grand état d'aggrégation que les molécules du sel dissous; personne cependant n'hésitera de reconnoître que la vraie cause de cette précipitation est l'affinité plus grande de l'alcohol avec l'eau, que de

l'eau avec le sel, & que si les molécules salines abandonnées par leur dissolvant s'aggrègent, autant que le leur permet la rapidité de la séparation, ce n'est là qu'un effet subséquent à la décomposition. La petitesse & l'irrégularité des crystaux semblent même annoncer que l'aggrégation des parties salines n'y a eu que bien peu de part.

Il y a donc tout lieu de croire que, dans tous les phénomènes dont il est question, la matière calorifique joue exactement le même rôle que l'alcohol dans l'expérience très-familière que je viens de rappeller; c'est-à-dire, qu'elle s'approprie une des substances combinées, par sa plus grande affinité avec elle; & que l'autre reste libre, dans l'état de solidité & d'aggrégation que décide sa température actuelle.

Je crois qu'il seroit très-superflu de multiplier les exemples qui établissent cette analogie; mais dans le nombre de ceux que nous offre la pratique journalière de la Chymie, il y en a qui méritent d'être rappellés à cette occasion, en ce qu'ils donnent la facilité de suivre les effets correspondans à des degrés extrêmes, ou du moins très-éloignés, de l'échelle thermométrique; & que par-là ils rendent plus sensible l'identité de la cause de la décomposition par le froid & par la chaleur. Tels sont surtout la séparation de l'eau & des sels, & la concentration des acides par la congellation, de même que par la vaporisation de l'eau.

Quand on accumule la chaleur autour de ces composés, l'eau, à raison de sa plus grande affinité avec ce fluide, s'élève avec lui; le sel ou l'acide en sont ainsi séparés: l'un en crystaux, parce qu'il est réduit à un état de composition, qui n'est pas susceptible de fluidité à la température actuelle; l'autre plus concentré, mais toujours fluide, parce qu'il retient encore une portion d'eau suffisante pour lui conserver cette propriété, & que la force aggrégative de ses molécules ne peut rien qu'autant que l'eau lui est d'abord enlevée par une affinité supérieure.

Quand on diminue la chaleur autour de ces composés, ce qui se fait en les environnant de corps qui l'attirent plus fortement qu'eux, parce qu'ils en ont été privés à un point qui donne l'avantage à leur affinité de composition avec elle; la décomposition s'opère, non plus par la vaporisation d'un des élémens, le dissolvant volatil n'est pas assez abondant pour donner sa forme à aucun d'eux; ils ne se distinguent que par la différence de la liquidité à la solidité, & c'est l'eau qui devient solide. Mais je ne pense pas que l'on puisse pour cela méconnoitre la vraie cause de la séparation, qui est que la quantité qui reste de matière calorifique n'a plus assez d'affinité avec le composé, comme composé, pour lui demeurer unie; qu'à ce degré de refroidissement, la portion qui appartenoit au produit de la combinaison de l'eau & de l'acide, obéit à l'attraction élective plus puissante de l'acide; & que les molécules de l'eau ainsi abandonnées à elles-mêmes, cèdent à leur tour à la force aggrégative, seule affinité qu'elles éprouvent dans cet instant.

Pour concevoir autrement la chose, il faudroit supposer que, pendant le refroidissement progressif & la composition encore subsistant, ce n'est pas le composé lui-même, mais ses parties constituantes qui souffrent cette déperdition à des degrés inégaux: or cette supposition me paroît répugner également, soit aux principes de la communication de la chaleur, soit aux idées les plus familières sur les propriétés des combinaisons, & qui nous les représentent comme des corps rendus tellement homogènes qu'aucun de leurs élémens ne peut exercer ses propres affinités, tant que l'union subsiste.

Prenons garde encore qu'il ne s'agit pas seulement d'expliquer pourquoi un acide affoibli à un certain point cesse d'agir sur la glace; on pourroit peut-être alors se contenter de répondre qu'à cette température, l'affinité d'aggrégation des molécules de l'eau se trouve supérieure à son affinité de composition avec l'acide; mais il faut que cette explication puisse convenir au cas absolument correspondant où l'union formée de l'acide & de l'eau est rompue par les mêmes circonstances d'affoiblissement de l'un & de refroidissement de l'autre, & où par conséquent la force aggrégative de la dernière ne peut devenir efficace que par la cessation de l'union. En un mot, je ne vois pas sur quel fondement on pourroit soustraire la matière de la chaleur aux loix de l'affinité, ni comment on pourroit concevoir un changement dans l'état d'aggrégation des molécules d'une substance quelconque, autrement que par leur composition avec un dissolvant qui s'y fixe par affinité, & qui ne peut en être déplacé que par affinité.

Je n'imagine pas que l'on trouve de grandes difficultés à admettre que la température étant abaissée à un certain point, l'acide s'empare de la plus grande partie de la chaleur restante, à l'exclusion de l'eau: les Physiciens ont remarqué depuis long-temps que des accroissemens égaux de chaleur n'affectoient pas également tous les corps, que la même matière ne suivoit pas toujours dans ses raréfactions & condensations une correspondance régulière avec les degrés du Thermomètre; & quelle peut être la cause de ces variations, sinon une différente disposition à s'unir au principe expansible, suivant les diverses températures? Il n'est pas besoin de chercher les preuves de cette possibilité hors des phénomènes qui donnent lieu à la question; il suffit de considérer ce qui se passe dans les différentes combinaisons de l'eau & de l'acide vitriolique à différentes températures. On expose à une chaleur supérieure à celle de l'eau bouillante de l'acide vitriolique affoibli; l'eau qui entroit dans cette composition se sépare en état de dissolution vaporeuse. A la température moyenne, cet acide concentré s'empare de l'eau, & précipite en grande partie la chaleur qui lui étoit unie. A quelques degrés au dessous du terme de la glace, cet acide se congèle en entier avec l'eau, qui lui est encore combinée; étendu de deux parties d'eau, il supporte un froid de 15 degrés sans donner aucun signe de congellation; encore plus délayé, il com-

mence à se geler à 10 degrés (*Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE, §. *VI*).

Cette vicissitude de propriétés, qui a évidemment son principe dans les diverses proportions de composition, me fait naître l'idée d'une dernière objection qui ne seroit probablement pas la moins considérable. L'acide que laisse l'eau qui monte en vapeurs, ainsi que celui qu'elle abandonne en se congelant, n'est pas de l'acide absolument pur; il retient toujours une portion d'eau, même au-delà de celle que l'on pourroit croire essentielle à son état salin; car, pour ne parler encore que de l'acide vitriolique, il s'en faut bien qu'il puisse être porté dans ces opérations au degré de concentration de celui que nous nommons acide vitriolique glacial, que nous obtenons sous forme crystalline solide, qui la conserve à la température de nos étés, & qui, dans cet état, se saisit avec tant d'impétuosité de l'humidité de l'air athmosphérique, dès qu'on lui en rend le contact. (*Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE FUMANT). D'où il résulte que ce n'est pas proprement une séparation de l'eau & de l'acide, mais seulement la séparation d'une portion d'eau qui surcomposoit une certaine combinaison d'acide & d'eau: or, j'ai fait voir dans la Section précédente, que l'on ne devoit point juger de l'affinité de composition de deux corps par l'affinité du composé avec l'un de ses principes par excès. On conçoit qu'en effet le degré de température auquel l'eau dépose une partie du sel qu'elle avoit dissous à une température plus élevée, ne peut être donné pour la mesure absolue de l'affinité de l'eau avec le sel.

On est d'accord que durant le progrès du refroidissement, la force aggrégative des molécules de l'eau ne peut rester la même; il est également évident que l'affinité de l'acide avec une nouvelle portion d'eau, change d'instant en instant, à mesure qu'il se concentre ou qu'il se délaie; on sait enfin que les accroissemens & décroissemens de ces puissances ne sont ni correspondans entr'eux, ni même toujours proportionnels à la quantité de chaleur ajoutée ou soustraite, au point que ces puissances reprennent alternativement l'avantage l'une sur l'autre à différens degrés: on n'auroit donc que des quantités variables sans aucun terme fixe pour servir de base à une Table de rapports.

Ces réflexions me paroissent suffisamment établir que nous n'avons, du moins jusqu'à présent, aucun moyen de déterminer, avec quelque précision, la résistance que deux substances combinées opposent à leur séparation; que les décompositions qui s'opèrent par addition ou soustraction de matière de la chaleur, sont des phénomènes tout-à-fait analogues aux précipitations par l'affinité d'un troisième corps, & qu'elles ne peuvent de même servir qu'à règler l'ordre respectif des principes qui sont mis en jeu, dans les circonstances données.

III. Les affinités des corps qui s'unissent (dit *Macquer*) produisent, dans les opérations chymiques, des effets proportionnés à la facilité avec laquelle ils s'unissent, & à la force de l'adhérence avec laquelle ils restent unis; *on peut regarder l'affinité des corps en général, comme étant en raison composée de ces deux propriétés*.

Ce célèbre Chymiste paroît n'avoir embrassé cette opinion mitoyenne, que parce qu'il étoit bien convaincu que ni la facilité de l'union (qu'il estimoit aussi par la *promptitude* de la dissolution), ni la résistance à la séparation ne pouvoient seules servir de règle; & je n'ai rien à ajouter aux preuves que j'ai données de cette vérité. Je me bornerai donc à observer, 1°. que ces deux méthodes n'étant pas seulement reconnues insuffisantes, mais fondées sur des rapports qui ne correspondent pas nécessairement avec la puissance qu'il faut déterminer, qui dépendent souvent de causes étrangères, il n'y a aucune probabilité que leur réunion puisse donner des résultats exacts. 2°. Que quand on pourroit l'espérer, nous n'en serions pas plus avancés, faute de moyens pour trouver des valeurs comparables de cette *facilité* & de cette *adhérence*. Ce seroit donc un principe purement abstrait, qui trouveroit sans doute des applications utiles dans d'autres occasions, s'il étoit démontré, mais qui seroit ici de peu de secours, par la difficulté d'en vérifier l'accord avec les Tables de précipitations: aussi le savant Auteur qui l'a proposé ne s'est-il point expliqué sur la manière dont il pensoit que l'on pût opérer & calculer, pour en tirer des valeurs exactes.

IV. Le système de M. Kirwan exige un examen un peu plus approfondi; j'ai annoncé qu'il estimoit l'affinité des acides avec les bases par les diverses quantités qu'ils en exigeoient pour leur saturation; il faut voir présentement comment il établit ce principe.

M. Kirwan s'est d'abord appliqué à déterminer la quantité d'*acide réel*, qui se trouve dans chacun des trois acides minéraux, à un degré de pesanteur spécifique donné; c'est-à-dire, la quantité d'acide, moins la quantité d'eau dont il est impossible de le priver. On trouvera ailleurs les expériences & les calculs qui lui ont servi de bases, les Tables qu'il a dressées pour indiquer tout de suite les quantités d'acide réel & d'eau que recèlent les trois acides à différens degrés de l'Aréomètre, & quelques réflexions sur la construction de ces Tables. (*Voyez* ACIDE VITRIOLIQUE, §. *IV*; ACIDE NITREUX, §. *V*, & ACIDE MURIATIQUE). Il suffit ici de savoir que ce célèbre Chymiste considérant le gas acide muriatique comme l'acide réel, ou dans l'état de siccité, en chargea des quantités données d'eau, observa les poids qu'elles avoient acquis en absorbant ce gas, & en détermina le rapport avec l'accroissement de pesanteur spécifique, de manière qu'on n'eût plus besoin que de connoître la densité d'une semblable liqueur, pour estimer les proportions d'eau & d'acide réel dont elle étoit composée. Le même procédé n'étant pas applicable aux acides ni-

treux & vitriolique que l'on n'obtient point en gas; M. Kirwan chercha à déterminer la pesanteur spécifique de l'acide réel contenu dans ces liqueurs, en la calculant dans la supposition qu'à quantité égale d'acide réel, les trois acides minéraux étoient saturés par une égale quantité de potasse; & les résultats de ces calculs s'étant trouvés d'accord avec les observations des pesanteurs spécifiques de ces acides étendus de diverses quantités d'eau connues, il en conclut la vérité du principe qu'il avoit supposé.

A l'aide de cette première donnée, de *l'acide réel* existant dans les trois acides minéraux, M. Kirwan entreprit de déterminer les doses des parties constituantes de la plupart des sels qui en sont formés, & qui ont pour bases des alkalis, des terres & des substances métalliques. Il employa les moyens les plus ingénieux & des précautions recherchées pour obtenir le point précis de saturation, pour écarter tous les accidens qui accompagnent ordinairement ces expériences & qui les rendent si incertaines. J'aurai occasion d'en faire connoître bientôt les résultats; je ne dois m'occuper en ce moment que du système auquel elles l'ont conduit. Voici comment il l'expose lui-même.

Lorsqu'on a une fois déterminé la quantité de chacun des acides minéraux nécessaire pour saturer les différentes bases (les bases métalliques exceptées, qui exigent un excès d'acide), il est aisé de trouver la quantité d'acide d'une base quelconque qu'une quantité donnée de chacun des acides minéraux peut prendre : car si 100 grains d'une base quelconque demandent, pour leur dissolution au point de saturation, une quantité *a* d'acide, la quantité de cette base que pourront dissoudre 100 grains du même acide sera $\frac{10000}{a}$.

Après avoir fait sentir tous les avantages que peut procurer cette connoissance, l'Auteur ajoute : « Mais » l'objet principal que je me suis proposé depuis peu » dans ces recherches, a été de déterminer le degré » d'affinité ou d'attraction qui existe entre les acides » minéraux & les différentes bases avec lesquelles » ils peuvent se combiner; objet de la plus grande » importance, puisqu'il doit servir de fondement à » la Chymie considérée comme Science....... La » découverte de la quantité d'acide réel existant dans » chacun des acides minéraux en liqueur, de la » proportion d'acide réel qu'une quantité donnée » d'une base exige pour sa saturation, m'a conduit, » sans y penser, à une méthode qui me paroît être » la véritable pour déterminer le degré d'attraction » de chacun des acides avec les diverses bases aux- » quelles ils peuvent s'unir; car il m'étoit impossible » de ne pas remarquer :

1°. Que *la quantité d'acide réel nécessaire pour saturer un poids donné de chacune des bases, est en raison inverse de l'affinité des bases avec l'acide.*

2°. Que *la quantité de chacune des bases, nécessaire pour saturer une quantité donnée de chaque acide, est en raison directe de l'affinité du même acide avec la base.*

« C'est ainsi que 100 grains de chacun des acides » demandent une plus grande quantité d'alkali fixe » pour leur saturation que de terre calcaire; plus de » celle-ci que d'alkali volatil, que de magnésie; en- » fin, plus de magnésie que d'alumine, comme l'in- » dique la Table suivante. »

Quantités de bases que 100 grains de chacun des acides minéraux demandent pour leur saturation.

	potasse	*soude*	*chaux*	*ammon.*	*magn.*	*alumine*
Acide vitriol.	215	165	110	90	80	75
Acide nitreux	215	165	96	87	75	65
Acide muriat.	215	158	89	79	71	55

« Comme les rapports de ces nombres se trouvent » d'accord avec tout ce que les expériences ordi- » naires nous apprennent touchant l'affinité des acides » avec leurs bases, on pourra les regarder comme » l'expression convenable du degré de cette affi- » nité....... Ainsi, l'affinité de l'acide vitriolique » avec la potasse, c'est-à-dire, la force avec laquelle » ils s'unissent ou tendent à s'unir entr'eux, est à l'af- » finité du même acide avec la chaux :: 215 grains » : 110; & à celle avec laquelle l'acide nitreux at- » tire la chaux :: 215 grains : 96, &c. »

Enfin, M. Kirwan applique ces résultats aux affinités que j'ai nommées par concours. Il considère donc en même temps, 1°. les forces qui s'opposent à la décomposition, ou qui tendent à conserver les corps dans leur état actuel; 2°. les forces qui tendent à opérer la décomposition & à former une nouvelle union; il appelle les premières *affinités quiescentes* & les dernières *affinités divellentes.* On a déjà pu remarquer par l'usage que j'ai fait, d'après lui, de cette distinction, combien elle étoit avantageuse & même nécessaire, pour donner une juste idée de ce qui se passe dans les opérations où se rencontrent à la fois plusieurs substances.

C'en est assez pour faire connoître le principe sur lequel M. Kirwan fonde sa méthode. Les expériences qu'elle exige, pour en tirer des conséquences exactes, présentent sans doute des difficultés, souvent insurmontables, ou du moins qui ont fait jusqu'à ce jour l'écueil de l'art de l'analyse entre les mains des plus habiles Chymistes; mais il seroit d'autant plus déraisonnable de rejeter la méthode par la considération de ces obstacles, que soit pour cet objet, soit pour d'autres applications non moins utiles & encore plus fréquentes, la détermination des proportions des ingrédiens ou des parties constituantes des sels & de tous les composés en général, est regardée aujourd'hui, d'un commun accord, comme le point le plus important pour avancer la théorie & pour perfectionner la pratique de toutes les opérations. Bornons-nous donc à examiner si la route qu'a pris M. Kirwan est à l'abri de toute objection; & s'il est vrai, comme il le pense, que ce but une fois at-

teint, au moins par des approximations satisfaisantes, on puisse en tirer des expressions numériques des rapports d'affinité.

On ne peut qu'applaudir à l'idée très-heureuse du célèbre Académicien de Londres, d'avoir saisi l'acide muriatique dans son état gaseux pour en former ensuite un acide liquide, dont il connoissoit d'avance la portion d'eau qui le mettoit en liqueur. Je ne sais cependant si l'on peut affirmer que le gas acide muriatique est absolument privé d'eau ; je conçois que l'on peut le regarder comme sec, ce qui est fort différent : une matière est sèche quand elle ne mouille pas, quand elle ne laisse sur les corps auxquels l'eau est susceptible d'adhérer, aucune de ses parties sous la forme, ou seulement avec l'apparence d'un fluide aqueux. Mais, peut-on conclure de là qu'une telle matière n'admet aucune portion d'eau dans sa composition ? non sans doute; car l'eau de crystallisation des sels ne mouille pas davantage, & la glace, qui n'est que de l'eau, devient sèche à une certaine température. Le gas acide muriatique, de même que le gas acide sulfureux, est absorbé, comme l'on sait, très-facilement dans l'eau, sans donner aucun indice de décomposition, sans mettre en liberté une quantité sensible de chaleur : ces circonstances semblent indiquer que c'est plutôt une surcomposition avec l'eau qu'une première composition. Enfin, nous ne sommes pas encore assez avancés pour prononcer qu'il n'y a pas une portion d'eau essentielle à l'état salin acide ; & dans ce cas, l'acide muriatique gaseux n'en seroit pas plus exempt que le gas acide méphitique, que le gas acide sulfureux, que l'acide vitriolique fumant, dont les crystaux demeurent secs tant qu'ils ne touchent rien qui puisse leur fournir de l'eau.

A la vérité, il pourroit être indifférent à l'hypothèse de M. Kirwan que l'eau fût une des parties constituantes essentielles du gas acide muriatique, puisqu'il n'en seroit pas moins pour cela l'acide privé de toute eau surabondante, l'acide réduit à sa substance propre, en un mot l'*acide réel* ; cependant, il y auroit bien plus de raison de craindre que cet état gaseux de l'acide muriatique ne fût pas rigoureusement constant, qu'il ne fût pas un indice plus sûr de sa concentration au dernier degré que l'état de vapeurs que prennent les deux autres acides minéraux; & puisque ceux-ci ne jouissent pas de la même propriété, puisqu'on ne peut les amener au même point, il est encore permis de douter s'il y a seulement nécessité que leur *maximum* de puissance se trouve dans les limites indiquées par des effets dont ils ne sont pas susceptibles.

Cette première base manquant, l'Auteur a cherché à y suppléer, en établissant, par des expériences, que les trois acides minéraux ont une égale affinité avec les deux alkalis fixes, & que les quantités qu'ils exigent de ces alkalis pour leur saturation, est proportionnelle à la quantité d'acide réel qui s'y trouve. Mais je ne puis regarder comme décisives celles de ces expériences, qui ne prouvent la première proposition qu'en supposant la seconde, & la seconde, qu'en tenant la première pour démontrée : or, il faut convenir que c'est le plus grand nombre qui est affecté de cette corrélation hypothétique. M. Kirwan s'est bien attendu que les Chymistes se rendroient d'autant plus difficiles sur les preuves directes du premier fait, qu'ils savoient que l'acide vitriolique décomposoit le nitre & le muriate de potasse, & qu'ainsi il devoit commencer par concilier ce phénomène avec l'égalité d'affinité de la potasse avec les trois acides. Pour cela, il observe que les acides nitreux & muriatique décomposent aussi le vitriol de potasse; que dès-lors ces décompositions réciproques ne peuvent dépendre que d'une affinité double ; que la matière de la chaleur est le quatrième corps qui produit ce concours ; que le sel neutre n'est pas décomposé par simple dissolution dans un acide différent ; que la décomposition du nitre ne commence que quand l'acide nitreux se convertit en gas ; que les trois acides ont une différente capacité pour contenir la matière de la chaleur ; enfin, que l'acide vitriolique en contenant plus, ou du moins en abandonnant une plus grande quantité que les deux autres, lorsqu'il s'unit aux alkalis, il doit arriver, quand on le met en contact avec le nitre ou le muriate, que sa chaleur passe à l'autre acide, lequel acquérant par-là un degré de raréfaction considérable, est chassé de la base alkaline, quoiqu'il l'attire en effet aussi puissamment. A l'appui de cette explication, M. Kirwan rapporte quelques essais comparés sur cette différente capacité de chaleur des trois acides, d'où il résulte que quand on verse, en une seule fois, sur une pareille quantité de même potasse, des poids égaux de chacun des acides vitriolique, nitreux & muriatique, contenant exactement la même quantité d'acide réel, les quantités de chaleur produite, mesurées par le Thermomètre de Farenheit, sont :: 138 : 120 : 60.

Cette explication ne peut être admise que dans la supposition qu'il y a exactement décomposition réciproque du nitre par l'acide vitriolique, & du vitriol de potasse par l'acide nitreux ; or, cette réciprocité n'existe pas, puisque l'acide vitriolique décompose complètement le nitre, & que, suivant l'observation de Bergman, l'acide nitreux ne prend jamais qu'une portion de la base au vitriol de potasse, & ne fait ainsi que le mettre en état de sel avec excès d'acide ; je n'ajouterai rien à ce que j'ai dit à ce sujet dans la première Section de ce paragraphe, où l'on peut voir (*page 562*) le symbole de cette opération réduite à ses vraies circonstances & ramenée à ses vrais principes.

Je ne dois pas laisser ignorer que M. Kirwan ne prétend pas lui-même que la décomposition du vitriol de potasse par l'acide nitreux soit jamais complète. Il avoue au contraire que ses expériences s'accordent sur ce point avec celles de Bergman, puisqu'ayant mis 60 grains de vitriol de potasse dans un mélange de 100 grains d'eau avec 60 grains d'acide nitreux, à 1,355 de spécifique (qui tenoit conséquemment autant

tant d'acide réel que les 60 grains de vitriol), il trouva au bout de huit jours, le sel entièrement dissous, sans aucun signe de décomposition ; & *qu'il n'obtint pas de nitre par l'évaporation de la liqueur.*

Pour donner la solution de cette nouvelle difficulté, M. Kirwan indique d'autres proportions, au moyen desquelles il a obtenu une décomposition, même sans le secours du feu, parce que l'acide nitreux qu'il avoit porté dans le mêlange en bien plus grande dose, pouvoit, quoiqu'ayant réellement moins de chaleur spécifique que l'acide vitriolique, lui en abandonner, dans ce cas, une suffisante quantité pour le dégager. J'opposerai à cette distinction deux réflexions : la *première*, que l'on ne voit pas comment la chaleur de la portion d'acide nitreux qui ne doit pas entrer dans la nouvelle combinaison, peut être rendue libre & contribuer à la décomposition. La *seconde* porte sur les procédés même des deux expériences ; dans l'une, M. Kirwan juge la non-décomposition par l'évaporation de la liqueur ; dans l'autre, par la seule action du mêlange sur l'antimoine : il est évident que les deux moyens devoient être également appliqués à l'une & à l'autre, & que sans cette précaution, dont l'Auteur ne parle pas, les deux résultats ne peuvent être comparés pour tirer des conséquences de leurs différences.

M. Berthollet, qui a suivi & confirmé l'opinion de Bergman par une suite d'expériences faites avec soin, a proposé, dans le Mémoire qu'il a lu à l'Académie des Sciences le 19 Avril 1785, d'autres observations non moins importantes sur les preuves de M. Kirwan ; je ne puis mieux faire que de les résumer ici.

1°. On est d'accord que la dilatabilité d'un acide par la chaleur peut entrer pour beaucoup dans la décomposition d'un sel par un autre acide, la Chymie en fournit grand nombre d'exemples ; mais c'est toujours dans les opérations auxquelles on emploie le feu des fourneaux, pour accumuler la matière de la chaleur, & non quand il n'y a qu'une foible chaleur produite par le mêlange même, à la température ordinaire ; c'est alors une si petite partie des forces, qu'elle peut être négligée.

2°. M. Kirwan (dit M. Berthollet) estime la chaleur spécifique des trois acides minéraux par la chaleur qui s'en dégage lorsqu'on les mêle, en quantité égale d'acide réel, avec pareille quantité de dissolution alkaline ; or, cette observation ne détermine pas la chaleur spécifique, elle prouveroit plutôt que l'alkali a plus d'affinité avec l'acide vitriolique qu'avec l'acide nitreux, suivant la pensée de M. Monge, que plus les corps se combinent intimement, plus ils expriment du principe de la chaleur.

3°. M. Kirwan ne fait point état de la force avec laquelle l'alkali tend à se combiner avec un excès d'acide vitriolique, qui est cependant réelle & bien prouvée. Ce que M. Berthollet appelle ici affinité de l'alkali avec l'excès d'acide, est ce que j'ai cru devoir nommer affinité du sel neutre lui-même avec un excès de son acide, ou du composé avec l'excès d'un de ses principes, dont on a vu plus haut un grand nombre de preuves, qui s'appuient mutuellement & mettent ce point de théorie hors de doute.

4°. M. Kirwan ne tient pas plus compte du changement qu'éprouve l'acide muriatique, lorsqu'il se surcharge d'air vital, changement rendu sensible par la production de l'acide muriatique déphlogistiqué, & qui explique bien plus naturellement la décomposition des sels nitreux par l'acide muriatique.

5°. La manière de M. Kirwan de juger les décompositions par des réactifs, l'obligeoit à faire entrer dans le calcul des forces l'affinité des substances qu'il employoit dans ce dessein, puisqu'elle concouroit nécessairement avec l'acide libre à rompre l'union de l'acide vitriolique avec la base alkaline ; il l'a totalement négligée.

De ce premier examen des principes du système, si l'on passe à ce qui concerne plus particulièrement les proportions de l'acide réel, la composition des sels & les applications de ces données aux affinités par concours, on découvre bien d'autres motifs de doute & d'incertitude.

Par rapport à la quantité d'acide réel, M. Kirwan l'a calculée dans la supposition que l'accroissement de densité des mêlanges d'eau & d'acide vient uniquement de la perte de chaleur qu'éprouve l'acide, & on verra à l'article *acide vitriolique*, §. *IV*, que c'est l'eau elle-même qui souffre la plus grande partie de cette perte (1), qu'elle doit diminuer de volume en proportion, & conséquemment qu'il faut ôter à la densité de l'acide toute celle que l'eau acquiert dans cette union.

Une observation à laquelle je ne sache pas qu'on ait pensé jusqu'à ce jour, me semble faite pour confirmer cette conséquence, & pour vérifier en même temps ce que j'ai dit plus haut, qu'il pouvoit y avoir une portion d'eau essentielle à l'état salin acide : cette observation a pour objet le rapport de pesanteur spécifique de l'acide vitriolique concret fumant.

La propriété de cet acide d'attirer très-puissamment l'eau de l'air athmosphérique, de s'élever sur-le-champ en fumée avec elle, par la chaleur qui s'en dégage (*voy.* ACIDE VITRIOLIQUE FUMANT), ne permettant pas de le soumettre aux procédés hydrostatiques ordinaires, voici comment j'y ai suppléé pour rendre cette expérience aussi exacte qu'il étoit possible.

Cet acide avoit été transvasé du récipient dans un flacon, pendant qu'il étoit encore fluide, avec

(1) Depuis la publication du volume qui contient cet article, M. Kirwan m'a écrit avec cette franchise qui n'appartient qu'à des hommes d'un ordre supérieur, qu'il approuvoit ma conclusion sur la pesanteur spécifique des acides, *qu'il étoit sûr maintenant que l'eau elle-même étoit condensée, & que la chaleur qui se dégageoit des mêlanges venoit principalement, sinon totalement, de l'eau.*

toutes les précautions nécessaires pour qu'il ne restât pas long-temps exposé à l'air, & le flacon bouché sur-le-champ avec soin. Il s'étoit formé, par le refroidissement, en beaux crystaux transparens, absolument secs, seulement tachés en quelques endroits de la superficie par cette substance noire, qui colore toujours cet acide lorsqu'il n'est pas défendu du contact de l'air, & que M. Berthollet a prouvé n'être autre chose que du soufre qui a perdu le principe acidifiant nécessaire à sa saturation. (*Mémoire de l'Acad. R. des Sc. ann. 1782, pag. 598.*) Cet acide s'étoit conservé depuis plus d'un an sans altération, sans qu'il se fût séparé la moindre portion de liqueur, quoique j'eusse débouché deux ou trois fois le flacon pour faire voir à quelques personnes la fumée qui en sortoit, & qui prenoit sa direction vers le bas comme un fluide beaucoup plus pesant que l'air.

Je commençai par prendre exactement le poids du flacon tandis qu'il étoit encore bouché; cela fait, je le débouchai, & sur-le-champ j'achevai de le remplir avec du mercure revivifié du cinabre que j'avois eu l'attention de faire bouillir pour le priver de toute humidité. Comme les crystaux en se formant s'étoient un peu détachés du fond, j'avois eu aussi la précaution d'ouvrir la croûte supérieure avec une baguette de verre, pour que le mercure pût passer à travers & remplir toutes les interstices. Le flacon fut alors pesé de nouveau avec son bouchon; il fut pesé de même après avoir été complètement vuidé & nettoyé; enfin, il fut pesé rempli de mercure.

Je remarquerai que la seconde pesée fut à peine achevée, c'est-à-dire, du flacon contenant l'acide & le mercure, que le bouchon se souleva par une sorte de tuméfaction, occasionnée parce que l'acide s'élevoit en liqueur très-brune au dessus du mercure; je ne sais à quoi attribuer la liquéfaction de l'acide, puisque le mercure étoit parfaitement sec & refroidi à la température de l'appartement, qui étoit ce jour-là de 10 degrés $\frac{1}{4}$ au dessus de zéro; on peut conjecturer que la compression y eut quelque part, & détermina même un commencement de réaction. Mais le poids ayant été pris auparavant, cette circonstance, loin de jeter de l'incertitude sur le résultat de l'expérience, sert au contraire à prouver que toute la capacité du vase fut exactement remplie par les deux matières. Au reste, la plus grande partie de l'acide se trouva encore en crystaux, qui firent, en tombant dans l'eau, le même bruit que du fer rouge, lorsque je voulus vuider le flacon.

Au moyen des données ci-dessus, il me fut aisé de reconnoître que l'acide concret pesoit seul 596,4 grains; qu'il avoit occupé dans le flacon un volume égal à celui de 4139,9 grains de mercure; ce qui donne, suivant les Tables de M. Brisson, le rapport de la pesanteur spécifique de cet acide à l'eau :: 19546 : 10000.

Comme dans cet état de siccité, l'acide vitriolique ne peut être fort éloigné du dernier degré de concentration, supposé même qu'il y ait un terme au delà, & qu'il puisse exister sans la portion d'eau que tiennent encore ces crystaux, ce qu'il me paroît difficile de concevoir; on est fondé à conclure que la densité que M. Kirwan assigne à l'acide réel de 42260 est tout-à-fait excessive, & qu'ainsi l'on doit attendre d'autres preuves du systême qu'il a établi sur cette base.

Sur la composition des sels, M. Kirwan ne se trouve d'accord ni avec Bergman, ni avec M. Wenzel, ni avec aucun des Chymistes qui ont eu occasion de déterminer les proportions des ingrédiens de quelques-uns de ces composés. Je ne parle pas seulement des sels métalliques qui présentent bien plus de difficultés, en ce qu'ils ne se trouvent jamais qu'avec excès d'acide, & pour lesquels il lui étoit impossible d'atteindre le but; puisqu'il ne considéroit les métaux dans ces dissolutions que comme réduits en chaux par la perte de leur phlogistique, sans faire état du principe acidifiant qu'ils prennent quelquefois à l'eau, quelquefois à l'acide qu'ils décomposent, qui change en conséquence les poids respectifs & produit un concours d'affinités: les différences de résultats ne sont pas moins considérables pour les sels alkalins & terreux, dont l'analyse & la composition directe sont bien moins susceptibles d'erreur ou d'incertitude. On en peut juger par la Table suivante, dans laquelle j'ai cru devoir rapprocher les doses indiquées par ces trois Chymistes.

Pour l'intelligence de cette Table, & pour recueillir le fruit de la comparaison qu'elle présente, sans en porter trop loin les conséquences, il faut être averti:

1°. Que Bergman a pris les sels crystallisables en état de crystaux bien égouttés & les sels déliquescens bien desséchés, mais non calcinés à un feu capable de volatiliser une partie de leur acide.

2°. Que l'objet de M. Wenzel étant principalement de déterminer le rapport de quantité de l'acide à la base au point de saturation, il les considère l'un & l'autre comme purs, sans faire état d'aucune portion d'eau, soit qu'il ait cru pouvoir la déduire par le calcul, soit qu'il la suppose complètement séparée par la calcination ou la liquéfaction des sels au feu.

3°. Que le point de dessiccation dans lequel M. Kirwan prend les sels, est ordinairement au 100e. degré de l'échelle de Farenheit, ou 30,22 de celle de Réaumur.

4°. Que, lorsqu'il n'y a point d'expression de la quantité d'eau, les deux autres quantités indiquent les proportions respectives d'acide & de base nécessaires à la saturation, & qui existent dans le quintal du composé.

M. Kirwan ayant donné pour quelques sels la détermination des parties composantes en deux états différens, c'est-à-dire simplement secs, & après calcination, j'ai rapporté l'une & l'autre dans cette Table, pour n'omettre aucune des conditions qui peuvent établir le parallèle.

TABLE des Proportions des parties constituantes dans quelques sels, suivant MM. Bergman, Wenzel & Kirwan.

NOMS DES SELS.		SUIVANT BERGMAN. *Ils tiennent pour 100 :*			SUIVANT M. WENZEL.			SUIVANT M. KIRWAN.		
		Acide.	*Base.*	*Eau.*	*Acide.*	*Base.*	*Eau.*	*Acide.*	*Base.*	*Eau.*
Méphite	de barote	7	65	28						
	de chaux	34	55	11	43,2	55,7	1,1	32,42	55,92	11,66
	de magnésie	25	45	30	32,5	41,7	25,8			
	d'alumine	76,92	23,08					26	74	
	de potasse	20	48	32	30			22,457	77,543	
	de soude	16	20	64	40			20	35	45
	ammoniacal	45	43	12	53,7			53	44	3
Vitriol	de barote	13	84	3						
	de chaux	46	32	22	59,8	40,2		29,44 39	32 42	38,56 19 *séché*
	de magnésie	33	19	48	30,63	16,87	52,5	23,75 45,67	19 36,54	57,25 17,83 *séché*
	d'alumine	38	18	44	9,06	11,66	79,28	23,94 42,74	18 32,14	58,06 25,02 *séché*
	de potasse	40,5	51,5	8	45,25	54,75		28,51	66,32	5,2
	de soude	28	16	58	55,73	44,27		13,19 29,12	21,87 48,60	64,94 22,28 *séché*
	ammoniacal				58,75	41,25		51,42	48,58	
	de zinc	40	20	40	53,81	46,19		23,92	76,08	
	de fer	39	23	38	57,83	42,17		27,03	72,97	
	de cobalt				61,08	38,92		21,74	78,26	
	de nickel							23,82	76,18	
	de plomb	30,08	69,92		30,24	69,76		19,53	80,47	

NOMS DES SELS. *Ils tiennent pour 100 :*		Suivant Bergman.			Suivant M. Wenzel.			Suivant M. Kirwan.		
		Acide.	*Baſe.*	*Eau.*	*Acide.*	*Baſe.*	*Eau.*	*Acide.*	*Baſe.*	*Eau.*
	d'étain				43,57	56,43		42,02	57,98	
	de cuivre	46	26	28	55,6	44,4		27,03	72,97	
	de biſmuth				79,12	20,88		28,57	71,43	
	d'antimoine							33,33	66,67	
	d'arſenic							27,03	72,97	
	de mercure	15,97	84,03		65,54	34,45		18,79	81,21	
	d'argent	25,37	74,63		68,57	31,43		20,41	79,59	
Nitre	de chaux	43	32	25	66,18	33,82		33,28	32	34,74
	de magnéſie	43	27	30	72	28		35,64	27	37,36
	d'alumine				40,75	59,25		60,48	39,52	
	de potaſſe	33	49	18	51,87	48,13		29,89	63,97	6,14
	de ſoude	43	32	25	62,5	37,5		30	52,18	17,82
	ammoniacal				64,96	32,29	2,75	53,96	46,04	
	de zinc				65,22	34,78		24,74	75,26	
	de fer				51,72	48,28		28,17	71,83	
	de cobalt				61,8	38,2		22,22	77,78	
	de nickel							20	80	
	de plomb				23,03	76,97		21,51	78,49	
	d'étain				33,9	66,1		45,45	54,55	
	de cuivre				65,22	34,78		28,17	71,83	
	de biſmuth				49,41	50,59		25,9	74,1	
	d'antimoine							37,41	62,59	

NOMS DES SELS.		Suivant Bergman. *Ils tiennent pour 100 :* Acide.	Base.	Eau.	Suivant M. Wenzel. Acide.	Base.	Eau.	Suivant M. Kirwan. Acide.	Base.	Eau.
	d'arsenic							31,25	68,75	
	de mercure				22,45	77,55		19,38	80,62	
	d'argent				35,71	64,29		21,05	78,95	
Muriate	de barote	23,57	76,43							
	de chaux	31	44	25	50,88	49,12		42,56	38	19,44
	de magnésie	34	41	25	55,03	44,97				
	d'alumine	68,77	31,23		27,85	72,15		63,43	36,57	
	de potasse	31	61	8	35,25	64,75		28	65,45	6,55
	de soude	52	42	6	45,6	54,4		33,3	50	16,17
	ammoniacal				49,02	50,98		56,53	43,47	
	de zinc				42,44	57,56		24,27	75,73	
	de fer				48,65	51,35		27,4	72,6	
	de cobalt				45,45	54,55		21,28	78,72	
	de nickel							26,66	73,34	
	de plomb				27,31	72,69		20	80	
	d'étain				35,06	64,94		43,48	56,52	
	de cuivre				47,78	52,22		27,4	72,6	
	de bismuth				36,4	63,6		28,57	71,43	
	d'antimoine				50,14	49,86		33,56	66,44	
	d'arsenic				57	43		25,64	74,36	
	de mercure				24,31	72,5	3,19	18,59	81,41	
	d'argent	24,81	75,19		24,76	75,24		19,23	80,77	

J'ai suffisamment annoncé que mon intention, en donnant cette Table, étoit plutôt de faire saisir au premier coup d'œil les différences des proportions indiquées par ces trois grands Chymistes, que d'en tirer des résultats que l'on pût sûrement faire servir de règle dans les analyses ; cependant, j'ai espéré qu'elle pourroit être encore de quelqu'utilité, soit pour guider dans le choix des moyens d'arriver à des déterminations plus rigoureuses, soit en offrant des approximations qui suffisent quelquefois, & dont il faut bien se contenter, jusqu'à ce qu'on ait quelque chose de plus parfait. C'est ce qui m'a engagé à les réunir & à les ramener toutes à des expressions aussi comparables qu'il étoit possible. Je passe maintenant à l'examen des conséquences que l'on peut tirer de ces proportions de composition pour ou contre le systême du savant Anglois, & en général pour la solution de ce grand problême de la détermination des affinités.

1°. M. Kirwan a le premier apperçu le peu de concordance de ses résultats avec ceux de Bergman, & il avoue que cette comparaison l'a long-temps inquiété, ayant la plus haute confiance dans sa dextérité & dans son jugement ; mais il croit pouvoir assurer que *la différence est plus apparente que réelle*, parce que Bergman n'a distingué que l'eau de crystallisation, & non celle qui demeuroit unie à l'acide, dans son plus haut degré de concentration; de sorte que ce qu'il a nommé *acide*, suivant l'usage, n'étoit déjà qu'un mêlange de l'*acide réel* & d'une portion d'eau (1). On conçoit aisément que cette circonstance, jointe à l'incertitude de l'égalité de dessiccation des produits, peut servir à diminuer les différences de quelques résultats ; mais cela ne touche pas à l'article le plus imparent, je veux dire la quantité d'alkali que les trois acides minéraux prennent pour leur saturation. Suivant Bergman, 100 d'acide vitriolique prennent 127,5 de potasse, 56,5 de soude. D'autre part, 100 de potasse pure exigent, pour leur saturation, 75,5 d'acide vitriolique, 64 d'acide nitreux & 51,5 d'acide muriatique : comme il n'est pas possible de douter que ce Chymiste n'ait toujours employé dans ces expériences le même acide, tenant par conséquent, à poids égal, la même quantité quelconque d'acide réel ; qu'il n'ait toujours mis les bases alkalines dans la même condition, ou du moins à très-peu de différence près, il reste pour constant qu'à cet égard ses résultats s'éloignent considérablement de ceux de M. Kirwan. Le témoignage du Professeur d'Upsal devient encore plus imposant, lorsqu'on fait attention que les quantités de divers acides pris par une même base, se trouvent précisément dans l'ordre inverse de leur puissance ; de sorte que leur état habituel de concentration, loin de lui faire illusion, ne pouvoit que le conduire à une conclusion toute opposée. Personne ne doute en effet que l'acide muriatique le plus fort ne contienne beaucoup moins d'acide réel que l'acide nitreux, & celui-ci moins que l'acide vitriolique ; suivant M. Kirwan, les proportions seroient, pour ces trois acides, au plus haut degré de densité qu'ils aient pu être portés, :: 48,7 : 393 : 612,05.

2°. M. Kirwan reconnoit que les expériences de Bergman sont opposées aux siennes, en ce qu'elles annoncent *que les alkalis prennent pour leur saturation plus d'acide vitriolique que d'acide nitreux, & plus de celui-ci que d'acide muriatique ;* mais il compte M. Wenzel au nombre de ceux qui ont attesté le fait contraire, & je ne vois pas sur quel fondement, puisque ses expériences indiquent ces rapports de quantité comme il suit :

100 de potasse pure prennent pour leur saturation (*suivant M. Wenzel*)

D'acide vitriolique...........	82,63
D'acide nitreux.............	107, 8
D'acide muriatique	54,46

100 de soude pure prennent pour leur saturation

D'acide vitriolique............	125,87
D'acide nitreux	166,6
D'acide muriatique	83,91

Je n'ai fait ici mention que des deux alkalis fixes, parce qu'il est bien plus facile de les amener au même point de pureté, au degré précis de saturation, & parce que c'est principalement par rapport à ces substances qu'il s'agit de vérifier si elles saturent, chacune respectivement, une égale quantité des trois acides minéraux. On voit que si les expériences du Chymiste Allemand ne sont pas entièrement conformes au principe de Bergman, suivant lequel les alkalis doivent prendre moins d'acide nitreux que d'acide vitriolique, elles ne correspondent pas mieux aux résultats de M. Kirwan ; puisque, dans ce cas, une même quantité de potasse ou de soude devroit prendre autant d'acide vitriolique que d'acide muriatique, autant de celui-ci que d'acide nitreux, & que

(1) M. Kirwan se fait ici un argument de ce que Bergman, après avoir donné, dans le 1er. volume de ses Opuscules, la composition du vitriol de fer, comme je l'ai rapporté dans la Table précédente, dit (§. *12 de sa Dissertation sur les produits des volcans*) que ce sel tient 24 d'acide, 24 de fer & 52 d'eau. Cela supposeroit que cette détermination corrige l'autre ; & c'est précisément le contraire, comme on en peut juger, soit par la comparaison des dates de ces Ouvrages, soit par l'édition de la Dissertation sur les produits volcaniques, qui fait partie du 3e. volume des Opuscules, imprimé en 1783, sous les yeux de l'Auteur, & dont il m'a envoyé un exemplaire signé de lui, où il a indiqué pour le vitriol de fer les mêmes proportions de composition que dans la Dissertation sur l'analyse des eaux, & dans ces termes remarquables : *acidi vitriolici sicci 39.* L'erreur de M. Kirwan vient sans doute de ce qu'il n'aura pas fait attention à ce qui est dit dans l'avertissement qui est à la tête du 3e. volume des Actes d'Upsal, que les six premiers Mémoires avoient été imprimés dès 1777 ; or, la Dissertation sur l'analyse des eaux n'a paru, pour la première fois, qu'en Juin 1778, & le Paragraphe XIe. qui traite de la composition des sels, n'y a été ajouté que lors de sa réimpression dans le 1er. volume des Opuscules en 1779.

les différences qui s'y rencontrent vont du quart à la moitié : ce qu'il est impossible d'attribuer uniquement à des accidens de manipulation.

D'après la manière d'opérer de M. Wenzel, on seroit porté à penser que l'erreur est plutôt dans les résultats qui s'écartent du principe de Bergman. Il a estimé l'acide le plus fort par le poids qu'il conservoit après la plus forte calcination du sel neutre; il a employé des alkalis obtenus par la détonnation des nitres de potasse & de soude, & il a soigneusement tenu compte & de la terre insoluble qu'ils contenoient, & du gas acide qu'ils laissoient aller pendant la saturation; de sorte que le poids du sel neutre calciné, moins le poids de l'alkali représentoit la quantité d'acide pur ou privé d'eau. Il ne seroit pas étonnant qu'il eût plus approché de la vérité pour les vitriols & les muriates alkalins, qui sont peu susceptibles d'être décomposés par le feu, que pour les nitres qu'il se contentoit de pousser à la fusion, & qu'en conséquence il eût ajouté à la somme d'acide réel, la portion d'eau encore assez considérable qu'ils tiennent en cet état.

On verra dans un instant que les observations d'*Homberg* & de *Plummer* ne sont guère plus favorables au systême de M. Kirwan.

3°. M. Berthollet a cherché à vérifier, par l'expérience, le principe de M. Kirwan sur la saturation des alkalis par une égale quantité des trois acides minéraux, & il ne lui a pas été possible de les concilier avec ses observations. (*Observations sur l'eau régale, dans le Recueil de l'Acad. Roy. des Sciences, ann. 1785.*)

J'ai bien éprouvé ce que dit à cette occasion ce célèbre Chymiste, qu'il est difficile d'avoir sur cet objet des résultats constans, & qu'une légère différence de dessiccation suffit pour faire beaucoup varier les proportions. Je supprimerai donc, à son exemple, les détails d'un grand nombre d'expériences que j'ai entreprises dans les mêmes vues; mais il en est quelques-unes où je crois être parvenu à resserrer les limites de ces variations; elles embrassent d'ailleurs tous les points fondamentaux de la théorie des affinités de M. Kirwan; elles peuvent servir à fixer les idées sur les grandes questions agitées par ce Physicien : c'en est assez pour m'engager à les rapporter ici.

Première expérience.

J'ai fait dissoudre 10 grains de soufre dans de la potasse pure en liqueur; la dissolution étant achevée & complète, je l'ai introduite, encore chaude, sous un flacon renversé sur la tablette de la cuve à mercure, & dans lequel j'avois fait passer auparavant 52,6 pouces cubes d'air vital, retiré de la chaux noire de manganèse.

Lorsque l'absorption eut totalement cessé, ce qui n'eut lieu que le 8e. jour, je marquai exactement le niveau de l'élévation de la liqueur sur les parois du flacon; la liqueur fut transvasée avec précaution; elle avoit perdu presque toute sa couleur; elle n'exhaloit pas la moindre odeur sulfureuse, lors même qu'on y versoit de la dissolution d'acète barotique. On a ajouté de cette dissolution jusqu'à ce qu'elle n'occasionnât plus aucun précipité, & il se régénéra dans cette opération du spat pesant, qui, bien édulcoré & séché, pesoit 95,7 grains.

Il y avoit eu 9,3 pouces cubes d'air vital absorbés, qui, à 0,5 grains par pouce cubique, forment un poids de 4,65 grains.

D'où résulte la composition suivante de l'acide vitriolique sec, supposé, comme je l'ai dit, qu'il n'y ait aucune portion d'eau essentielle à son état salin.

Soufre ou base acidifiable . . .	10	*grains.*
Principe acidifiant fourni par l'air	4,65	
Total, ...	14,65	

On voit en même temps que 95,7 grains de spat pesant sont formés d'une quantité d'acide vitriolique, qui a pour base acidifiable 10 grains de soufre.

Seconde expérience.

Comme la conversion du soufre en acide par le contact de l'air vital est très-longue, & que par cela même on n'est jamais sûr qu'elle soit entière, j'ai eu recours à un procédé plus expéditif pour avoir une confirmation de l'expérience précédente.

J'ai fait dissoudre de même 20 grains de soufre dans la potasse en liqueur; j'ai versé cette dissolution, encore chaude, dans un flacon appareillé à la manière de M. Woulfe, pour recevoir le gas acide muriatique déphlogistiqué. Il y avoit un flacon intermédiaire vuide pour recevoir l'acide s'il en passoit; & le flacon qui contenoit l'hépar portoit siphon sous un récipient dans la cuve pneumatique.

Quelques minutes après que le gas eut commencé à passer, l'hépar se trouva complètement décoloré. La distillation fut arrêtée avant qu'il montât une seule goutte d'acide muriatique. Le 1er. flacon étoit tellement rempli de gas, qu'ayant été sur-le-champ plongé dans l'eau, elle occupa en quelques jours plus des trois quarts de sa capacité. L'eau du récipient avoit à peine l'odeur d'acide muriatique déphlogistiqué, ce qui prouvoit bien sensiblement que la très-grande partie du gas avoit été absorbée en traversant la dissolution du soufre.

Je versai pour-lors dans ce flacon de la dissolution d'acète barotique, en quantité suffisante pour s'emparer de tout l'acide vitriolique qui s'y étoit formé, & j'eus du spat pesant, qui, bien édulcoré & séché, pesoit exactement 187,6 grains.

Il est bon de remarquer que, pendant toute cette opération, il ne se dégagea pas la moindre odeur hépatique, ce qui, joint à la décoloration de l'hépar, annonce la conversion totale des 20 grains de soufre en acide. Mais une circonstance singulière que je ne crois pas devoir omettre, quoiqu'étrangère à l'objet de l'expérience, c'est que la liqueur qui passoit par le filtre sur lequel j'avois jeté le mélange

pour recueillir & édulcorer le ſpat peſant, avoit une très-forte odeur qui ſubſiſta pluſieurs jours, & qui, au jugement de tous ceux qui étoient préſens, ne pouvoit être comparée qu'à celle des fleurs de châtaigner.

Le réſultat de cette expérience s'éloigne bien peu de la précédente, puiſque le rapport exact ſeroit de 191,4, au lieu de 187. Il eſt même remarquable que ce produit eſt plutôt au deſſous qu'au deſſus, ce qui peut venir de ce que la diſſolution des 20 grains de ſoufre dans la potaſſe a exigé plus de temps, & qu'une plus grande partie a été emportée par le gas inflammable, qui, chargé de ſoufre, conſtitue l'odeur qu'exhalent ces diſſolutions.

Troiſième expérience.

J'ai pris 58 grains d'acide vitriolique très-pur, dont la peſanteur ſpécifique ſe trouvoit de 1841, le thermomètre étant à 8 ½ degrés au deſſus de zéro ; j'y ai verſé de la diſſolution d'acète barotique, juſqu'à ce qu'elle n'occaſionnât plus de précipité ; j'ai été étonné de voir qu'il ne ſe dégageoit qu'une très-foible chaleur, pendant le mélange, malgré la concentration de l'acide ; ce qui venoit ſans doute de ce que l'acide ſe portant tout de ſuite ſur la baſe terreuſe n'agiſſoit pas ſur l'eau, quoique très-abondante, de la diſſolution acéteuſe. Ce phénomène prouveroit encore, s'il en étoit beſoin, que dans le mélange d'acide & d'eau, c'eſt cette dernière qui perd le plus de chaleur. La petite quantité qui a été rendue libre dans mon opération, pourroit donc avoir été abandonnée par l'acide ſeul ; & dans cette ſuppoſition, ce ſeroit un moyen d'eſtimer la part que cet acide fournit dans ſes mélanges avec l'eau ; car il eſt évident qu'il doit en perdre autant & même plus, quand il s'unit à une baſe terreuſe en état concrèt.

Le ſpat peſant, formé dans cette expérience, bien édulcoré & ſéché, peſoit 110,3 grains.

Quatrième expérience.

Il m'a paru intéreſſant de ſavoir ce que donneroit de ſpat peſant la liqueur provenant de l'acide vitriolique ſec ou en cryſtaux, dont j'ai parlé précédemment (pag. 585) : pour cela, j'ai commencé par filtrer toute cette liqueur, pour en ſéparer une matière cendreuſe tirant au noir, qui étoit en partie du mercure coulant, en partie du mercure calciné, & même à l'état de vitriol ; j'en ai pris enſuite une portion qui s'eſt trouvée du poids de 214 grains, & l'ayant ſurſaturée d'acète barotique, j'en ai obtenu 101,54 grains de ſpat peſant, édulcoré & ſéché. D'où il étoit facile de juger que ſi la totalité de la liqueur eût été traitée de même, elle auroit fourni 979,3 grains de ſpat peſant.

Voyons préſentement les conſéquences que l'on peut tirer de ces quatre premières expériences.

La régénération du ſpat peſant eſt un des procédés les plus commodes & des plus heureuſement imaginés, non-ſeulement pour reconnoître l'acide vitriolique, mais encore pour en déterminer les quantités, parce qu'étant abſolument inſoluble, même dans l'eau bouillante, il peut être complètement édulcoré ; au lieu qu'en traitant les autres précipités ſalins, il y a toujours à craindre ou d'y laiſſer des matières étrangères, ou d'en emporter une portion ſenſible par des lotions multipliées.

Ce ſel offre ici un autre avantage bien précieux, celui de pouvoir être amené à un degré plus conſtant de deſſiccation, à raiſon de l'adhérence de ſes principes, de ſon infuſibilité, & ſur-tout du peu d'eau de cryſtalliſation qu'il contient. J'avois d'abord penſé qu'il pourroit ſuffire de le laiſſer sècher à l'air libre ; mais j'ai éprouvé depuis qu'il faudroit un temps trop conſidérable pour qu'il s'y dépouillât complètement de toute humidité ; du ſpat peſant artificiel que j'avois expoſé plus d'un mois auparavant à une chaleur de 25 degrés, perdit encore au creuſet un peu plus de 0,12 de ſon poids, tandis que le ſpat peſant naturel ne perd au même feu que 0,073. J'ai donc pris le parti de tenir ces ſortes de précipités dans un creuſet rouge pendant une demi-heure, & après cela, il ſe trouve rarement un centième de différence, quand ils ont été auparavant édulcorés avec ſoin.

Puiſque nous pouvons connoître aſſez ſûrement de cette manière les quantités de ſpat peſant régénéré, nous pouvons juger par ces produits les quantités d'acide réel, car il eſt évident qu'elles ſont proportionnelles ; il reſtoit donc à déterminer une fois ce qu'une quantité donnée d'acide pouvoit produire de ſpat peſant ; c'eſt ce que j'ai cherché dans les deux premières expériences : en partant de ce principe également certain, que les quantités d'acide réel ſont comme les quantités de ſoufre paſſé à l'état d'acide, elles nous mettent en état de conclure les doſes des parties compoſantes par la ſomme du compoſé.

Il s'en faut beaucoup que les réſultats de ces expériences ſoient favorables au ſyſtème, d'après lequel M. Kirwan a évalué la quantité d'acide réel contenue dans l'acide vitriolique ordinaire, à différens degrés de concentration. On a vu que l'acide dont je me ſuis ſervi dans la 3ᵉ. expérience étoit à environ 1840 de peſanteur ſpécifique ; ſuivant la Table de M. Kirwan, un pareil acide devoit tenir *au moins* 612 d'acide réel pour 1200 de liqueur, & par conſéquent 29,5 pour 58 ; je dis *au moins*, parce que cette proportion eſt celle que l'Auteur indique pour un acide, dont la peſanteur ſpécifique ne ſeroit que de 1742 ; & cependant, en ſuppoſant que mon acide n'ait été qu'à ce degré, cette évaluation ſeroit déjà exceſſive & hors de toute meſure avec mes expériences : car ſi 14,65 d'acide ſec forment 95,7 de ſpat peſant, 29,5 auroient dû produire 192,7 de même ſel : or, ces 58 grains d'acide n'ont donné réellement que 110,3. Donc au lieu de 29,5, ils ne tenoient qu'environ 17 d'acide réel, & l'évaluation de M. Kirwan eſt trop forte de plus d'un tiers.

L'acide

L'acide employé dans la quatrième expérience, & qui provenoit de l'acide concret, a produit plus que celui de la 3e. ainsi qu'on devoit s'y attendre à raison de son extrême concentration ; cependant, la différence n'est pas en proportion, ce qui vient de ce qu'il s'en est dissipé une partie en vapeurs avant qu'il ait été possible de le fixer dans l'eau, & aussi de ce qu'une partie a agi sur le mercure, avec lequel il a été un moment en contact pour en prendre la pesanteur spécifique. Je n'ai aucune base pour évaluer ces pertes, mais je ne puis me persuader qu'elles s'élèvent au tiers du total ; or, dans cette supposition, le résultat prouveroit encore que la quantité d'acide réel est fort au dessous de celle indiquée par la Table de M. Kirwan, puisqu'en diminuant un tiers sur la totalité de l'acide, le produit eût été presque double.

Cette expérience paroît également confirmer ce que j'ai dit précédemment, que l'on ne doit pas considérer comme acide réel la pure combinaison du soufre avec la base de l'air vital, & qu'il y entre nécessairement une portion d'eau, qui existe même dans les crystaux de l'acide fumant, à plus forte raison dans l'acide que M. Kirwan a regardé comme pur, & qui l'accompagne dans toutes ses surcompositions.

Bergman a trouvé dans le spat pesant 84 de base, 13 d'acide pur & 3 d'eau ; mes deux premières expériences ne quadrant pas tout-à-fait avec ces proportions, j'ai cherché à en découvrir la cause. M. Kirwan suppose à la vérité dans sa Minéralogie, que le spat pesant régénéré ou artificiel ne tient que 67 de barote ; mais je me suis assuré que cette différence entre le natif & l'artificiel ne subsistoit plus, ou du moins qu'elle devenoit insensible, quand l'un & l'autre avoient été tenus pendant une demi-heure dans un creuset rouge. D'ailleurs, l'estimation de M. Kirwan ne correspondroit pas mieux avec mes résultats ; car, si la première indique une quantité un peu trop forte de base, celle-ci la donneroit beaucoup au dessous de ce qu'elle est nécessairement.

S'il y avoit réellement 84 de terre pure dans 100 de spat pesant, il suivroit de ma première expérience qu'il n'y auroit que 0,07 d'eau, tant de celle qui seroit essentielle à l'état salin acide, que d'eau de crystallisation, ce qui n'est guère vraisemblable, quoiqu'il doive en effet tenir très-peu de la dernière, à en juger par son peu de solubilité, & surtout lorsqu'il a été calciné au rouge. Pour éclaircir les doutes que m'a fait naître cette réflexion, j'ai pris du méphite de barote qui étoit préparé depuis près d'un an & très-sec ; je l'ai mis dans une cornue dont j'ai fait rougir le fond, & j'ai vu qu'il y perdoit encore 0,032 de son poids. Ce même sel dissous lentement dans l'acide nitreux affoibli a encore éprouvé une diminution de 0,094 par la dissipation de l'acide gaseux, au lieu de 0,070, comme Bergman l'a trouvé : d'où il paroît que ce Savant a établi son calcul sur le poids d'un méphite barotique qui n'étoit pas complètement sec. J'en ai obtenu une dernière preuve, en décomposant, par l'acide vitriolique, 100 grains de barote méphitisé, séché de même au feu, lesquels n'ont produit que 72,59 grains de spat pesant, au lieu de 77 qu'ils auroient dû former, suivant le calcul de Bergman.

Ces circonstances suffisent pour rendre raison de la différence de mes résultats à ceux de Bergman, différence qui seroit d'ailleurs trop peu considérable pour affoiblir les conséquences que j'en ai tirées.

Cinquième expérience.

Pour juger le systême de M. Kirwan sur l'affinité égale des trois acides minéraux avec les alkalis, j'ai pensé qu'il suffiroit de confronter avec ses propres données quelques essais faits avec exactitude.

J'ai donc saturé des quantités connues de chacun de ces trois acides, dont la pesanteur spécifique avoit été auparavant bien déterminée ; j'ai employé pour cette saturation une dissolution alkaline formée d'une quantité connue de crystaux de méphite de potasse très-pur ; j'ai pris toutes les précautions convenables soit pour prévenir la perte d'une partie d'acide, soit pour atteindre le point de saturation, & le constater par les réactifs les plus sensibles. Voici les résultats de ces essais.

Une quantité *d'acide vitriolique* contenant, à très-peu près, *100 grains d'acide réel*, suivant la Table de M. Kirwan, a exigé, pour sa saturation, 201 grains de méphite de potasse.

Une quantité *d'acide nitreux*, contenant de même *100 grains d'acide réel*, suivant la Table de M. Kirwan, a exigé, pour sa saturation, 302 du même méphite de potasse.

Une quantité *d'acide muriatique* contenant aussi, suivant ce Chymiste, *100 grains d'acide réel*, a pris, pour sa saturation complète, 905 grains du même méphite de potasse.

Je crois pouvoir d'autant plus compter sur ces résultats, que je n'avois ici à redouter aucune incertitude sur le point de dessiccation toujours si variable ; les crystaux de méphite de potasse n'éprouvant aucune altération à l'air, il est évident qu'ils tiennent constamment, à poids égal, une même quantité de potasse pure ; & comme toute erreur de manipulation, en n'atteignant pas ou en outre-passant le point précis de saturation, ne peut jamais être que de 2 ou 3 grains, en procédant le plus négligemment, cette foible quantité seroit bien peu de chose pour d'aussi grandes différences.

Il me paroît dès-lors suffisamment prouvé qu'en partant des évaluations de M. Kirwan pour les quantités d'acide réel contenues dans les trois acides minéraux, à différens degrés de concentration, les quantités de base alkaline qui les saturent, au lieu d'être égales, comme il le suppose, sont très-différentes, & :: 201 : 302 : 905.

On pourra être étonné de voir dans ces expériences que ce sont les acides les plus foibles qui prennent le plus de base, d'autant mieux que sans admettre

les déterminations de M. Kirwan comme exactes, personne ne sera tenté de révoquer en doute que, même à pesanteur spécifique égale, l'acide vitriolique ne tienne plus d'acide réel que les acides nitreux & muriatique. Mais ceci tient à l'observation de Bergman, que *plus les substances salines sont puissantes, moins elles exigent pour leur saturation*; observation importante sur laquelle je reviendrai dans un instant, que je ne rappelle ici que parce qu'elle me donne l'avantage d'appuyer mes résultats du témoignage de cet excellent Chymiste. En effet, si l'on prend la peine de ramener ses expériences à des expressions qui les rendent comparables avec celles que je viens de rapporter, on verra que les quantités de *soude*, ou alkali minéral, que prennent *100 parties* de chacun des trois acides *vitriolique, nitreux & muriatique* sont :: 56 : 73,8 : 80 (*Opusc. Dissertat. I*, §. *8*). L'ordre de progression est bien le même, & si les rapports ne correspondent pas exactement, il est évident que cela ne peut être attribué qu'à la différence des procédés : Bergman a estimé l'acide réel par le poids qu'avoit acquis une quantité connue d'alkali pur en passant à l'état de sel neutre, & après l'avoir calciné, pour lui enlever l'eau de crystallisation.

M. Kirwan s'appuie ici des expériences d'*Homberg*, de *Plummer* & de M. *Wenzel*, contre celles de Scheffer & de Bergman : il ne sera pas inutile d'apprécier en peu de mots les doutes que cette contrariété de témoignages peut faire naître.

Il est vrai que les résultats d'*Homberg* se rapprochent de ceux de M. Kirwan sur la circonstance de la saturation d'une quantité donnée d'alkali par des quantités égales des trois acides minéraux & du vinaigre. Ce Chymiste forma des sels neutres, en saturant chacun de ces acides avec une once d'alkali du tartre bien séché, & ayant ensuite *déflegmé* ces sels par la calcination, il jugea que le poids excédant l'once d'alkali représentoit la *vraie quantité* d'acide nécessaire à la saturation (*Mém. de l'Acad. R. des Sc. ann. 1699, p. 49*). Voici les proportions qu'il en a lui-même conclues, exprimées par des nombres de plus facile comparaison.

100 d'alkali du tartre séché ont pris pour leur saturation	38,27 d'acide vitriolique 39,23 d'acide nitreux 39,93 d'acide muriatique 43,75 d'acide acéteux.

Il y a dans ces nombres une progression inverse à celle de Bergman & qui correspondroit plutôt à celle de M. Kirwan, pour les bases qu'il ne suppose pas s'unir aux acides en quantités égales. Cette progression est cependant si peu considérable, que je n'aurois pas relevé cette circonstance, si l'Auteur lui-même n'en eût témoigné sa surprise. « J'ai re- » marqué (dit-il) dans ces observations un fait » qui m'a paru mériter quelqu'attention, c'est que » le sel de tartre, dans sa saturation, a retenu du » vinaigre distillé un huitième de plus de sel acide, » qu'il n'en a retenu des esprits acides minéraux. » Cette réflexion pourroit faire penser que Homberg auroit apporté une grande exactitude à vérifier un phénomène qui lui paroissoit s'éloigner de l'ordre naturel ; mais on ne voit pas qu'il ait essayé de le confirmer d'une autre manière, ni même qu'il ait répété l'opération pour en découvrir la cause. Au surplus, la Chymie n'étoit pas assez avancée de son temps pour qu'il pût donner une analyse exacte des sels : M. Kirwan a lui-même observé que son acide muriatique étoit si impur, qu'il dissolvoit l'or ; qu'il ne faisoit point état de l'eau de crystallisation, & que ses proportions de composition étoient quelquefois si éloignées de ses propres résultats, qu'*il seroit tenté de croire qu'il avoit entendu par poids primitif du sel de tartre, celui de la partie alkaline pure privée de son air fixe, & qu'il avoit fait cette distinction* : pour se convaincre du contraire, il ne faut que considérer les différences énormes qui se trouvent entre ses quantités d'acide & celles données par Bergman & par M. Wenzel, pour une même dose de base ; ce qui ne peut venir que de ce que ces derniers ont réellement fait déduction de l'acide gaseux contenu dans l'alkali du tartre sec.

A l'égard de *Plummer*, qui, sans connoître les expériences d'Homberg, entreprit à peu près le même travail 30 ans après, je ne pense pas que M. Kirwan en puisse tirer plus d'avantage. Plummer ayant saturé 960 grains *d'alkali extemporané* avec les acides vitriolique, nitreux & muriatique, trouva, après la dessiccation des produits, 982 grains de vitriol de potasse, 1200 de nitre & 1080 de muriate de potasse, & regarda de même comme *vrai acide* la matière qui formoit ces accroissemens de poids (*Essais de Physique de la Soc. d'Edimbourg, tom. 1, p. 313 de l'édit. fr.*); ce qui, pour 100 de cet alkali, donne les quantités de ces trois acides :: 2,29 : 25 : 12,25. Je n'ai pas besoin de faire remarquer que ces nombres démentent absolument l'égalité supposée par M. Kirwan. Ils se rapprochent à la vérité de la progression admise par ce dernier pour les quantités d'acide que prennent la soude, l'ammoniac, &c. en ce que les acides nitreux & muriatique y sont en plus grande quantité que l'acide muriatique ; mais en même temps la dose de l'acide nitreux excède de plus du double celle de l'acide vitriolique ; ce qui est tout en faveur des observations de Bergman contre celles de M. Kirwan. On peut donc dire qu'il ne prouve rien, ni pour l'égalité, ni pour l'une ou l'autre des progressions, puisque ses nombres n'en suivent véritablement aucune. Ajoutons que son objet dans ces essais étoit bien moins de découvrir les proportions de composition des sels, que de démontrer que les acides pouvoient passer d'une base à l'autre sans éprouver d'altération, & qu'ainsi ils ne peuvent inspirer la même confiance que s'ils avoient eu un but plus direct.

Enfin, M. *Wenzel* a trouvé que dans 240 grains de vitriol de potasse calciné, il y avoit 131,4 d'alkali & 108,6 d'acide ; que dans 240 de nitre fondu, il y avoit 115,5 d'alkali & 124 d'acide ; que dans 240 de muriate de potasse décrépité, il y avoit 155,37

d'alkali & 84,63 d'acide ; c'eſt-à-dire, que les quantités de ces trois acides ſaturés par 100 de potaſſe étoient, comme je les ai précédemment indiquées : 82,63 : 107,8 : 54,46. Les rapports tirés des expériences du même Auteur ſur la ſaturation de 100 de ſoude ſont :: 125,87 : 166,6 : 83,91.

J'ai déjà fait voir que ſi ces réſultats ne ſuivoient pas exactement la progreſſion décroiſſante indiquée par Bergman, de l'acide le plus fort à l'acide le plus foible, en ce que la quantité d'acide nitreux étoit d'environ un quart plus grande qu'elle ne devroit être dans ce principe ; ils s'éloignoient bien davantage des données de M. Kirwan, & même qu'il étoit probable que M. Wenzel s'étoit plutôt trompé dans les doſes des nitres, que dans celles des vitriols & des muriates, à cauſe de la difficulté de porter les premiers au même point de deſſiccation ſans détruire une portion de l'acide.

Il eſt vrai que M. Wenzel évalue auſſi la quantité d'acide acéteux, *privé de toute eau*, néceſſaire à la ſaturation des deux alkalis fixes, à une proportion ſupérieure à celle qu'il aſſigne pour l'acide muriatique ; ce qui ſe trouve d'accord avec l'obſervation déjà rapportée d'Homberg, & par cela même plus capable de faire impreſſion ; mais, juſqu'à nouvel examen, je ne vois pas d'autre conſéquence à en tirer, ſi ce n'eſt qu'il y a ici quelque circonſtance particulière qui peut en avoir impoſé à ces deux Chymiſtes. L'acète de potaſſe n'eſt pas une combinaiſon ſaline aſſez parfaite pour ſervir à fonder une règle générale ; on ſait qu'il eſt déliqueſcent & qu'il verdit le ſirop violat. Si ces propriétés annoncent plutôt un excès de baſe qu'un excès d'acide, n'eſt-ce pas auſſi une nouvelle raiſon de ſuſpendre ſon jugement ſur un fait qui n'en deviendroit que plus extraordinaire ?

En un mot, les expériences de M. Wenzel ne prouvent nullement que les trois acides minéraux ſe ſaturent par une quantité égale de potaſſe, elles ne ſervent ainſi pas plus à confirmer celles de M. Kirwan ſur la compoſition des ſels, que ſur les proportions d'acide réel.

Sixième expérience.

Le mélange des ſels neutres m'a offert un dernier moyen auſſi direct, peut-être même encore plus ſûr, pour décider la queſtion élevée par le célèbre Académicien de Londres ; car s'il eſt vrai que les trois acides minéraux aient une égale affinité avec la potaſſe, que l'affinité des deux premiers ſoit égale avec la ſoude, les réſultats de ces mélanges ou les phénomènes qu'ils préſentent doivent correſpondre exactement au calcul de toutes les forces conſpirantes, d'après cette égalité ſuppoſée ; & ſi cela n'arrive pas conſtamment, la ſuppoſition eſt inadmiſſible. La matière de la chaleur qui a fourni, comme nous l'avons vu, à M. Kirwan une explication ſpécieuſe de la décompoſition du vitriol de potaſſe par l'acide nitreux, malgré l'égalité d'attraction, ne ſauroit être employée ici avec le même avantage ; ce Phyſicien reconnoît que les acides n'abandonnent la matière de la chaleur que lorſqu'ils s'uniſſent aux alkalis & à cauſe de cette union : dans le cas particulier, les acides ſont portés dans le mélange déjà combinés, la chaleur rendue libre ne peut donc mettre en jeu de nouvelles affinités ; auſſi n'obſerve-t-on dans ces mélanges aucun changement ſenſible de température. Ces principes poſés, conſultons l'expérience.

J'ai diſſous ſéparément dans l'eau diſtillée 100 grains de vitriol de ſoude & 48 grains de nitre de potaſſe. Je me ſuis aſſuré par les réactifs les plus ſenſibles que ces deux ſels étoient parfaitement neutres. J'ai fait le mélange des deux liqueurs ; j'ai fait évaporer à une chaleur de 25 degrés, juſqu'à légère pellicule, & j'ai enſuite abandonné la cryſtalliſation à l'évaporation ſpontanée à l'air libre.

Ces proportions étoient combinées d'après les évaluations de M. Kirwan, pour qu'il ſe trouvât dans le mélange la quantité de potaſſe néceſſaire à la ſaturation de tout l'acide vitriolique réel des 100 grains de vitriol de ſoude. En effet, 48 grains de nitre de potaſſe tiennent, ſuivant lui, 30,71 de potaſſe, & il en faut 30,68 pour ſaturer complètement les 13,19 d'acide vitriolique réel qui exiſtent dans 100 de vitriol de ſoude cryſtalliſé. De cette manière, il devoit reſter, en cas d'échange de baſe entre les deux ſels, 1,77 d'acide nitreux libre ; car les 21,87 de ſoude portés par le vitriol, n'auroient pu prendre que 12,57 des 14,34 grains d'acide réel contenu dans les 48 grains de nitre. Ce phénomène d'une portion d'acide rendue libre par le ſimple mélange de deux ſels neutres étoit bien propre à exciter ma curioſité, non-ſeulement par ſes conſéquences pour le ſyſtème que j'examine, mais encore parce qu'il ne pouvoit manquer de répandre quelques lumières ſur la théorie des affinités par concours.

D'autre part, j'ai préparé, dans les mêmes vues, deux diſſolutions, l'une de 100 grains de nitre de ſoude, l'autre de 96 grains de vitriol de potaſſe. Ces proportions étoient également combinées pour que les 30 grains d'acide nitreux réel puſſent être ſaturés par les 64 de potaſſe portés par le vitriol ; & dans ce cas, il devoit reſter, au lieu d'acide libre, 6,8 grains de ſoude libre : car les 27,37 d'acide vitriolique réel ne pouvoient prendre que 45,38 des 52,18 de ſoude portés par le nitre de ſoude. Ces ſels avoient été éprouvés comme les premiers par les réactifs, & n'en avoient point altéré les couleurs. Ces deux diſſolutions ont été mêlées à froid comme les précédentes, & la liqueur traitée de la même manière pour l'évaporation.

Aucun de ces mélanges n'a manifeſté, par les papiers réactifs, la préſence d'un acide ou d'un alkali libres.

Les Thermomètres plongés dans ces liqueurs n'ont éprouvé aucune variation ſenſible.

Le *premier mélange* a produit un aſſemblage de cryſtaux dont partie étoit du nitre de potaſſe, en priſmes d'une médiocre groſſeur, mais très-longs ; partie en cryſtaux plus courts, très-brillans, que l'on auroit été tenté de prendre pour du vitriol de

potasse, mais qui bouillonnoient sur les charbons au lieu de décrépiter, & que l'efflorescence n'a pas tardé à décider vrais crystaux de vitriol de soude. Il n'y avoit donc point eu de décomposition.

Le *second mélange* a donné une quantité assez considérable de crystaux de nitre de potasse, en aiguilles fines, & une croûte saline formée, pour la plus grande partie, de vitriol de soude, qui bouillonnoit sur les charbons ardens, & qui, à la longue, s'est recouvert d'efflorescence. Ainsi, il y avoit eu échange de bases.

Que l'on applique maintenant à ces deux expériences les nombres de M. Kirwan, ou tous autres qui exprimeroient égalité d'affinité des deux acides avec les deux alkalis; on verra qu'ils ne peuvent se concilier avec les résultats : le symbole suivant rendra cette conséquence plus sensible.

Application des nombres de M. Kirwan aux phénomènes que présente le mélange du vitriol de potasse & du nitre de soude.

Vitriol de potasse	Potasse	215	Acide nitreux	Nitre de soude
	215	+	165] 380	
	Acide vitriolique	165 / 380	Soude	

La somme des forces divellentes étant égale à celle des forces quiescentes, il n'y a point de raison pour qu'aucune des parties composantes soit déplacée, & ces sels doivent rester comme ils étoient avant le mélange. Cette vérité, que M. Kirwan a lui-même posée en principe, se démontre par l'application des mêmes nombres à l'expérience inverse, je veux dire au mélange du vitriol de soude & du nitre de potasse, car le symbole de cet autre cas n'est que la transposition des noms des substances & des chiffres; il présente encore l'équilibre des forces conspirantes, & il seroit de toute impossibilité que les deux effets contraires fussent produits dans des circonstances absolument semblables pour la nature & l'intensité des puissances.

Ainsi, les nombres de M. Kirwan ne s'accordent point ici avec l'observation, & ce qu'il faut bien remarquer, c'est que l'application que j'en viens de faire n'indique pas seulement la nécessité de changer quelques rapports, d'élever ou d'abaisser quelque puissance entre deux extrêmes donnés, pour qu'ils conviennent à un plus grand nombre de phénomènes, comme je l'ai conseillé pour perfectionner ma Table des expressions numériques des affinités; cette application met en défaut le principe même de M. Kirwan, puisque, quand il substitueroit des expressions indéterminées ou algébriques aux valeurs arithmétiques, il retomberoit toujours nécessairement dans le point d'équilibre, dès qu'il y attacheroit la condition de l'égalité d'attraction des deux acides avec chacune des deux bases.

Les Chymistes auroient eu peine à croire, il y a quelques années, que le vitriol de potasse pût être décomposé par le nitre de soude; mais ce jeu des doubles affinités ne doit plus étonner après les exemples que j'en ai donnés dans la Ire. Section de ce paragraphe. Dès que j'eus formé le plan des deux expériences que je viens de décrire, j'en construisis les symboles d'après la Table d'expressions numériques que j'ai proposées (*pag. 558*); ils m'annoncerent non-décomposition dans l'un des cas où je pouvois le moins m'y attendre, & conséquemment décomposition dans le cas opposé. Il suffira de rapporter ici le dernier.

Echange des bases entre le vitriol de potasse & le nitre de soude, par la voie humide.

Nitre de potasse.

Vitriol de potasse	Potasse	58	Acide nitreux	Nitre de soude
	62	+	50] 112	
	Acide vitriolique	58 / 116	Soude	

Vitriol de soude.

Cet excès des forces divellentes a été démontré par l'événement des deux expériences, & j'ai eu la satisfaction de voir confirmer encore dans cette circonstance ce que j'ai dit précédemment, que ces rapports une fois établis d'après un certain nombre de données, s'appliqueroient à bien d'autres cas qui n'auroient pas été observés, & pourroient servir à les prévoir.

Il reste cependant un point à éclaircir. On se rappelle qu'en ordonnant cette expérience, suivant les proportions de composition des sels indiquées par M. Kirwan, il devoit se trouver, après l'échange, une portion de soude libre; cette portion eût été un peu moins considérable, mais encore assez sensible, en l'estimant d'après les proportions déterminées par Bergman : car les 49 grains de potasse, portés par les 96 de vitriol de potasse, n'auroient pu prendre que 33 des 43 grains d'acide nitreux contenu dans les 100 de nitre de soude; les 38,88 d'acide vitriolique auroient été saturés par 22,21 des 32 de soude existans dans le mélange; & comme les 10 grains d'acide nitreux restans n'auroient eu besoin, pour leur saturation, que de 7,4 grains de soude, il y en auroit eu 2,39 de non-combinés. On peut donc dé-

mander pourquoi la liqueur n'a pas donné le moindre signe de la présence de cet alkali libre ?

Je conviens que ce seroit un très-fort argument en faveur de l'opinion de M. Kirwan, sur la saturation de la potasse & de la soude par des doses pareilles des deux acides, si les faits ne résistoient pas d'ailleurs à cette opinion, & s'il n'y avoit pas d'autre solution de cette difficulté ; parce que, hors de cette hypothèse, il seroit impossible qu'il n'y eût pas excès de l'un des quatre principes entre lesquels se fait l'échange : mais nous avons vu que ce systême étoit inconciliable avec la décomposition réciproque, & il ne me paroît pas difficile de rendre raison de la persévérance du mélange dans l'état neutre, malgré cette décomposition ; il suffit pour cela de considérer que ce n'est pas ici une seule affinité supérieure qui enlève à un sel son acide ou sa base ; que la puissance divellente n'est que le résultat de plusieurs forces qui concourent ; que ce concours cessant, les affinités simples redeviennent efficaces, & qu'il cesse réellement dès que la base abandonnée par l'un des acides, ou l'acide séparé de l'une des bases ne trouve plus à former une autre union. Aussi a-t-on observé que ces décompositions n'étoient jamais complètes, qu'il restoit toujours une portion de chacun des deux premiers sels, en quelques proportions qu'on eût fait le mélange.

Nous pouvons conclure maintenant que la méthode de M. Kirwan n'est pas fondée sur des principes plus certains que les trois autres que j'ai examinées ; que l'on n'en connoît encore aucune que l'on puisse suivre avec confiance, & appliquer à tous les cas d'affinité, pour en déduire des valeurs exactes de cette puissance ; & que jusqu'à ce jour nous n'avons point eu de guides plus assurés dans ces recherches, que l'observation des affinités simples ou des précipitations des substances l'une par l'autre, & la rectification des rapports qu'elles indiquent par leur application à des phénomènes plus composés ; comme je l'ai dit dans la Ire. Section de ce paragraphe, en proposant une Table d'expressions numériques des affinités formée sur ce plan.

Ce ne sera pas cependant le seul fruit que nous recueillerons de cette longue discussion : j'ai déjà fait mention de ce principe, que l'illustre Bergman nous a donné lui-même sous le nom de *paradoxe chymique* : que telle étoit en général la nature des sels simples, que *plus ils étoient forts*, *moins ils exigeoient pour leur saturation.* Si ce principe est vrai, il me paroît mériter la plus grande attention, comme pouvant offrir une nouvelle base aux calculs des affinités, non-seulement par la liaison intime & nécessaire des causes de la saturation avec celles de la combinaison, mais aussi par les rapports naturels qu'il indique dans les différences des quantités. On auroit peine à concevoir que ces deux phénomènes pussent être indépendans l'un de l'autre, & suivre une marche irrégulière.

Or, nous avons déjà un assez grand nombre d'observations qui confirment ce principe ; ou, pour mieux dire, depuis Homberg & Plummer, qui, les premiers, ont publié des essais sur ce sujet, jusqu'à M. Kirwan qui y revient par une route différente, la plupart des tentatives qui ont été faites par les Chymistes pour déterminer les proportions des parties constituantes des sels, tendent à établir cette généralité ; & les expériences même qui semblent si fort opposées sur d'autres points, se réunissent ou du moins se rapprochent sensiblement sur celui-ci.

Quoique Bergman ait donné à ce principe le nom de *paradoxe*, il ne l'a pas moins cru susceptible de démonstration : voici le procédé qu'il a indiqué (*Opusc. Dissertat. I*, §. *8*).

« Soient deux flacons dont l'un plus grand, contenant un poids déterminé d'alkali dissous dans » l'eau, pèse, y compris la dissolution & le bouchon, comme A ; dont l'autre plus petit rempli » d'un acide quelconque, ait un poids B. Que l'on » verse dans le grand flacon une portion de l'acide » du petit, & qu'on les bouche aussi-tôt légèrement » l'un & l'autre ; dès que l'effervescence aura cessé, » qu'on verse de nouveau de l'acide, ayant toujours » soin de fermer tout de suite le flacon, & que l'on » continue ainsi jusqu'à saturation. Supposons qu'après cela le poids du premier soit a, & celui du » second b, il est certain que $B-b$ ayant été versé » dans le grand flacon, la perte du petit devroit répondre à ce que l'autre a gagné ou $B-b=a-A$; » or, c'est ce qui n'arrive pas, à moins que l'on n'emploie un alkali parfaitement caustique ; autrement, » on trouve toujours $B-b$ plus grand que $a-A$, » & la différence $B-b-a+A$, indique le poids » de l'air fixe qui a été dégagé. Il faut que l'effervescence se fasse lentement, sans augmentation de » chaleur, & que le flacon soit d'une grandeur » convenable, afin d'éviter qu'il ne sorte un peu de » vapeur humide avec l'air fixe, ce qui induiroit en » erreur.

» Si on évapore maintenant jusqu'à siccité la dissolution contenue dans le grand flacon, & qu'on » calcine doucement le résidu pour enlever l'eau » de crystallisation & l'acide surabondant qui peut » s'y trouver ; on reconnoîtra, à l'augmentation de » poids connu de l'alkali & de l'air fixe qui en a » été dégagé, quelle est la quantité d'acide nécessaire à la saturation de l'alkali privé d'eau & de » gas acide. On trouve par ce procédé :

» Que 100 parties d'alkali végétal pur
» *exigent* . . . . . 78,5 d'acide vitriolique
64 d'acide nitreux
51,5 d'acide muriatique
42 d'acide méphitique.

» Que 100 parties d'alkali minéral pur
» *exigent* . . . . . 177 d'acide vitriolique
135,5 d'acide nitreux
125 d'acide muriatique
80 d'acide méphitique.

» Ce que nous venons de dire des alkalis a éga-

» lement lieu pour les acides privés de leur eau
» surabondante ; ainsi, par exemple :

» 100 parties d'acide vitriolique
» *exigent* . . . . . 127,5 d'alkali végétal pur
66,5 d'alkali minéral pur
42 d'alkali volatil pur.

En rapprochant ce que l'Auteur a rapporté dans la suite de la même dissertation, & ailleurs, sur le même sujet, on trouve encore :

Que 100 parties d'acide muriatique
exigent . . . . . . 194 de potasse
78 de soude
40 d'alumine.

Il y a maintenant trois choses à considérer dans ces proportions.

La PREMIÈRE, qu'*une base plus foible prend plus du même acide qu'une base plus forte.* Homberg & Plummer n'ont pas porté jusques-là leurs expériences, & celles de MM. Wenzel & Kirwan se réunissent à celles de Bergman pour établir ce principe. En effet, suivant M. Wenzel, *100 de potasse* ne prennent, pour leur saturation, que 82 d'acide vitriolique, que 107 d'acide nitreux, que 54 d'acide muriatique, au lieu que *100 de soude* exigent 125 du premier, 166 du second & 83 du troisième.

Il résulte pareillement des observations de M. Kirwan que *100 de potasse* ne prennennt que 46,5 de chacun des trois acides minéraux, tandis que *100 de soude* prennent 60 des deux premiers & 63 d'acide muriatique ; tandis que *100 d'ammoniac* ne sont saturés que par 111 d'acide vitriolique, 115 d'acide nitreux & 126 d'acide muriatique. L'accord de ces trois grands Chymistes sur ce point semble devoir mettre désormais cette proposition hors de doute.

La SECONDE conséquence à tirer de ces faits, est que *les quantités de bases nécessaires à la saturation d'un acide, sont en raison directe de leurs affinités avec cet acide* ; ou, ce qui est la même chose, qu'*un acide prend d'autant plus d'une base, pour sa saturation, qu'il a plus d'affinité avec elle.* Je ne vois pas plus de raison de douter de ce second principe : Homberg & Plummer n'ont rien dit de contraire. D'après les observations de M. Wenzel, la potasse, la soude, l'ammoniac & la magnésie sont exactement placés dans la série qu'il indique, puisque les quantités de ces quatre bases pour *100 d'acide vitriolique* sont :: 120,8 : 79,16 : 70 : 55. La proportion qu'il conclut pour l'alumine s'écarte à la vérité de cette progression & surpasse même la quantité de potasse, puisqu'il la porte à 128,7 ; mais en examinant ses procédés & les difficultés qu'il a éprouvées dans cette analyse, on découvre aisément nombre de circonstances qui peuvent servir à rendre raison de cette exception.

M. Wenzel dit avoir saturé 240 grains d'acide vitriolique avec 280 grains d'alumine précipitée de l'alun par l'alkali & simplement séchée à l'air, ce qui ne donneroit déjà qu'un rapport de 100 à 116. Il est évident que ce rapport doit être encore considérablement diminué, soit en faisant déduction de la portion d'eau que tenoit nécessairement l'alumine en cet état, telle que ce Chymiste convient ailleurs que 140 grains de cette terre *sèche* ont été réduits à 56 par une forte calcination de deux heures ; soit en tenant compte de l'acide méphitique que l'Auteur n'y admet point, que j'y ai reconnu ainsi que MM. Bergman & Kirwan, & que ce dernier assure être encore de 26 pour cent, après que l'alumine a été tenue rouge au feu pendant une demi-heure. M. Wenzel convient enfin que l'alun ne peut être crystallisé qu'à la faveur d'une addition de potasse, & que ce sel poussé à une forte calcination, ne retient que très-peu de son acide. Voilà sans doute trop d'obstacles réunis pour ne pas répandre beaucoup d'incertitude sur les résultats.

L'évaluation de Bergman pour la portion d'*alumine* est de 47,8, & par conséquent déjà bien inférieure à celle de M. Wenzel ; cependant elle surpasse encore d'environ un huitième celle de l'ammoniac, & c'en seroit assez pour intervertir l'ordre, si l'on n'avoit pas encore assez de motifs de ne pas regarder ce rapport comme irrévocablement fixé.

Pour ce qui est des autres bases terreuses, si l'on en excepte le *barote*, pour lequel Bergman indique 646 pour 100 d'acide vitriolique & 324,15 pour 100 d'acide muriatique, ce qui excède en effet de beaucoup les proportions des autres bases, & annonce l'affinité supérieure de celle-ci ; les observations de Bergman & de M. Wenzel ne sont plus si bien d'accord, ni entre elles, ni avec le principe. Le premier fixe à 57,5 la proportion de *magnésie* pour l'acide vitriolique, ce qui la placeroit avant l'ammoniac, qui la précède probablement dans l'ordre des affinités ; il porte à 89,17 la proportion de cette base pour 100 d'acide muriatique, ce qui lui donneroit l'avantage même sur la soude : au contraire, les quantités déterminées par M. Wenzel gardent l'ordre analogue à notre principe, pour l'un & l'autre acide.

La proportion de *chaux* dans le vitriol calcaire est, suivant Bergman, de 69,8 pour 100 d'acide, c'est-à-dire, ce qu'elle doit être pour indiquer une affinité supérieure à celle de l'ammoniac ; l'évaluation de M. Wenzel n'est que de 67,5 ; la différence est bien peu considérable, elle suffiroit néanmoins pour intervertir l'ordre naturel de l'ammoniac, en suivant tous ses rapports. Je ne crois pas devoir m'arrêter aux observations de ces deux Chymistes sur la proportion de chaux relativement à l'acide muriatique ; le premier la détermine à 141,9, & par conséquent fort au dessus de la quantité de soude ; & M. Wenzel à 96,5, c'est-à-dire même au dessous de la quantité d'ammoniac : des résultats aussi éloignés ne peuvent servir qu'à faire connoître combien il est difficile de prendre le muriate calcaire à un point où il ne tienne plus d'eau sans avoir perdu de son acide, & où il conserve tout son acide sans retenir en même temps un portion d'eau.

De toutes les expériences qui me sont connues sur cette matière, il n'en est point qui s'accordent

mieux avec ce principe, qui y mènent plus directement & d'une manière plus uniforme que celles de M. Kirwan : il suffit de jeter un coup d'œil sur sa Table des quantités de bases que demandent 100 grains de chacun des acides minéraux (*voyez ci-devant page 583*), pour reconnoître que ces quantités décroissent en effet comme leurs affinités avec ces acides. Les doses de potasse, de soude, de chaux, d'ammoniac, de magnésie & d'alumine, par rapport à l'acide vitriolique, répondent aux nombres suivans : 215 : 165 : 110 : 90 : 80 : 75 ; il en est de même avec les deux autres acides.

Le TROISIÈME principe à recueillir de ces observations, est que *les quantités d'acide que prennent les mêmes bases, sont comme les puissances de ces deux acides dans l'ordre des affinités*, ou qu'*une base prend d'autant plus d'un acide, qu'il est plus fort.*

Les expériences d'*Homberg* sont fort éloignées d'appuyer cette conclusion, elles indiquent une progression inverse pour les trois acides minéraux, & même pour l'acide acéteux, puisque, suivant lui, 100 de ce dernier acide pur ou réel ne prendroient que 232 de potasse, & qu'il faudroit 266,22 de cette base pour saturer complètement 100 d'acide vitriolique : mais j'ai suffisamment exposé les raisons qui ne permettent pas de donner beaucoup de confiance à ces résultats.

Si l'on s'arrête aux proportions déterminées par *Plummer* pour les acides nitreux & muriatique, elles sont d'accord avec la règle de Bergman ; si l'on prend ses évaluations pour les rapports de quantités de l'acide vitriolique aux deux autres acides minéraux, elles mettent en défaut cette règle : ainsi, ses observations se partagent sur la question, & ne peuvent la décider.

Ici les expériences de M. *Kirwan* résistent absolument au principe établi ; elles sont assez nombreuses & tellement univoques, que je suis contraint d'avouer qu'il n'y a point d'espérance de pouvoir les rapprocher de celles de Bergman, quelques accidens que l'on veuille supposer dans les manipulations, quelques causes d'anomalie que l'on puisse imaginer. On en jugera par le relevé suivant des quantités d'acides que donne le calcul, d'après ses Tables, pour la chaux, l'ammoniac, la magnésie & l'alumine. Je ne parle pas des deux alkalis fixes, on a vu qu'il les supposoit saturés par des quantités égales des trois acides minéraux ; ce qui exclut aussi-bien la progression croissante, que la progression décroissante.

100 de *chaux* pure prennent pour leur saturation, *suiv^t. M. Kirwan*,	90,9	d'acide vitriolique
	104,16	d'acide nitreux
	112,35	d'acide muriatique.
100 d'*ammoniac* pur ou caustique prennent, suivant lui,	111	d'acide vitriolique
	114,9	d'acide nitreux
	126,58	d'acide muriatique.
100 de *magnésie* prennent, suivant lui,	125	d'acide vitriolique
	133,3	d'acide nitreux
	140,8	d'acide muriatique,
100 d'*alumine* prennent, suivant lui,	133,3	d'acide vitriolique
	153,8	d'acide nitreux
	181,8	d'acide muriatique.

Il seroit difficile d'imaginer comment un Chymiste aussi exact que M. Kirwan a pu s'éloigner autant & sur un aussi grand nombre de faits, de ce qui a été vu & décrit par MM. Wenzel & Bergman, s'il n'avoit pas annoncé lui-même que ces proportions étoient déterminées conséquemment à ses évaluations des quantités d'acide réel ; de là vient sans doute cette uniformité de résultats, cette régularité de progression, que l'on ne retrouve pas aussi constamment dans les observations des deux Chymistes que je viens de nommer, & qui se sont bornés à juger ces proportions par les poids, sans admettre dans leurs calculs des valeurs déduites de principes hypothétiques. Après l'examen que j'ai fait de ces principes, qui servent de fondement à la méthode du savant Académicien anglois, je ne crois pas que l'on puisse hésiter de regarder comme un guide plus sûr la conséquence que présentent les phénomènes sur lesquels le Chymiste d'Upsal s'est rencontré avec celui de Freyberg, dont il ne connoissoit point le travail.

J'ai dit que les proportions déterminées par Bergman & par M. Wenzel ne s'accordoient pas toujours avec la règle que le premier a conclue : par exemple, l'alumine sembleroit faire exception ; car en partant des rapports de Bergman, on trouveroit que 100 de cette terre ne prendroient que 211 d'acide vitriolique & 333 d'acide méphitique. Il paroît qu'il porte aussi trop haut la quantité d'acide méphitique que prend l'ammoniac, quoiqu'il ne nous ait pas mis dans le cas d'en faire la comparaison avec les quantités des autres acides que cette base peut saturer. On remarque le même excès dans les proportions dont M. Wenzel compose le méphite ammoniacal ; mais quand on considère l'extrême volatilité de la base de ce sel, la circonstance qui a occasionné l'irrégularité de ces déterminations n'est pas difficile à indiquer ; la partie qui s'est dissipée, avant la saturation par l'acide plus puissant, a tout à la fois diminué la somme de la base & augmenté celle de l'acide gaseux, qui ne s'estime que par la perte de poids.

D'autre part, M. Wenzel admet le plus souvent dans les sels nitreux une quantité d'acide un peu plus considérable qu'elle ne devroit être pour indiquer la puissance moyenne de cet acide entre l'acide vitriolique & l'acide muriatique ; mais je me suis déjà expliqué sur les causes probables de ces anomalies, qui sont en petit nombre ; il est inutile d'y revenir.

On a vu la série des proportions des quatre acides vitriolique, nitreux, muriatique & méphitique, nécessaires à la saturation de la *potasse* & de la *soude*, telle que Bergman nous l'a lui-même donnée ; j'avois précédemment fait connoître (*page 590*) celles que M. Wenzel a déterminées pour ces deux alkalis : il suffira donc de montrer ici l'accord du même principe, avec les proportions calculées sur les observa-

tions de ces Auteurs pour trois autres bases ; ces Tableaux acheveront de mettre le Lecteur à portée de saisir plus facilement l'objet de ces rapprochemens & la force des preuves qui en résultent.

Rapports des quantités d'acides saturées par la CHAUX, *l'*AMMONIAC *& la* MAGNÉSIE, *déduits des observations de Bergman.*

Base	Quantité	Acide
100 de chaux pure *prennent*	143,75	d'acide vitriolique
	134,4	d'acide nitreux
	70,45	d'acide muriatique
	61,8	d'acide méphitique.
100 d'ammon. *prennent*	104,65	d'acide méphitique.
100 de magnésie pure *prennent*	173,67	d'acide vitriolique
	159,25	d'acide nitreux
	82,92	d'acide muriatique
	55,55	d'acide méphitique.

Rapports des quantités d'acides saturées par les mêmes bases, déduits des expériences de M. Wenzel.

Base	Quantité	Acide
100 de chaux pure *prennent*	147,74	d'acide vitriolique
	195, 6	d'acide nitreux
	103, 6	d'acide muriatique
	77,55	d'acide méphitique.
100 d'ammoniac pur *prennent*	142,22	d'acide vitriolique
	201,22	d'acide nitreux
	96,25	d'acide muriatique
	115,9	d'acide méphitique.
100 de magnésie pure *prennent*	181,8	d'acide vitriolique
	257,15	d'acide nitreux
	122,27	d'acide muriatique
	77,93	d'acide méphitique.

Je rappellerai enfin les essais qui me sont propres, & dont j'ai fait mention dans la cinquième expérience, comme étant parfaitement d'accord avec le principe dont il s'agit ; puisque, même en évaluant l'acide réel par la méthode de M. Kirwan, le calcul donne 49,75 : 33,11 : , 11,05 pour les quantités d'acides vitriolique, nitreux & muriatique qui ont été saturées par une quantité égale de méphite de potasse.

Arrivé au terme de la comparaison de tant d'analyses, où à la difficulté de démêler les résultats les plus sûrs, s'est joint l'embarras continuel des calculs pour en indiquer les rapports, il ne me reste plus qu'à présenter les vérités qui en découlent, dans les expressions les plus simples & les plus propres, soit à en faire saisir toute l'étendue, soit à en conserver l'impression dans la mémoire.

Tout ce qui vient d'être exposé dans la dernière partie de cette Section, peut être résumé dans ces deux propositions.

1°. UN ACIDE PREND D'AUTANT MOINS D'UNE BASE QUELCONQUE, QU'IL EST PLUS PUISSANT.

2°. UN ACIDE PREND D'AUTANT PLUS DES DIVERSES BASES, QU'IL A PLUS D'AFFINITÉ AVEC ELLES.

Ces propositions ne sont que le développement du principe que Bergman a le premier apperçu ; on remarquera sans doute que sous cette nouvelle forme, elles n'ont plus cet air paradoxe dont il avoit été lui-même frappé ; la dernière sur-tout paroît si conforme à l'ordre naturel, qu'on est presqu'étonné de n'y avoir pas été conduit dès long-temps par l'analogie.

Je ne prétends pas dire que ces propositions soient encore rigoureusement démontrées dans leur généralité ; mais elles sont déjà soutenues d'assez fortes probabilités, leur application deviendroit la boussole la plus fidèle dans la recherche des affinités, elles fourniroient la méthode la plus facile pour en vérifier, peut-être pour en calculer les rapports ; c'en est assez pour engager les Chymistes à ne les point perdre de vue. Je n'aurai point à regretter le temps & le travail que j'ai consacrés à les mettre en évidence, s'ils y trouvent seulement un motif de plus de tenter de nouvelles expériences pour parvenir à une analyse exacte des sels, dont le besoin se fait déjà sentir en tant d'autres occasions : je présume qu'ils n'oublieront pas de compter au nombre des obstacles qu'ils auront à vaincre, cette *affinité d'excès* dont j'ai traité dans la Section précédente, dont les cas se multiplient chaque jour sous mes yeux depuis que je suis averti d'en rechercher les traces (1), & contre laquelle il faut être en garde si l'on ne veut s'exposer à confondre le sel neutre & le sel sursaturé d'un de ses principes.

§. IV. *Des anomalies apparentes des affinités.*

Après avoir exposé avec autant de détail les principes physiques des affinités, leurs loix & la manière

(1) M. de Virly avoit desiré, pour quelques expériences, obtenir un *acète barotique* parfaitement neutre, s'il étoit possible ; pour cela, il l'avoit redissous & crystallisé plusieurs fois, laissant toujours égoutter les crystaux à l'air libre sur le papier non collé ; à la fin la dissolution ne rougit plus le papier bleu, il me remit une portion de ce sel, & nous observâmes qu'il verdissoit très-sensiblement le sirop violat. Auroit-on soupçonné qu'une combinaison aussi soluble pût retenir un excès de base ? Cela m'a donné occasion d'examiner les *acètes de potasse*, *de soude*, *de chaux*, *de zinc & de plomb* ; je les ai tous trouvés dans la même condition. Il est bon d'avertir que les dissolutions de ces sels n'occasionnent aucun changement à l'infusion de tournesol ; elles ne produisent aussi que peu ou point d'altération au papier coloré par le curcuma, mais celui qui est coloré par les pétales de mauve y devient verd ; celui qui est teint par le fernambouc y prend une nuance violacée très-décidée ; enfin, elles restituent la couleur bleue au papier qui a été rougi auparavant par le vinaigre affoibli. Le *fluor de chaux*, aussi insoluble que le spat pesant, verdit, comme lui, le sirop violat par la trituration.

de les considérer relativement à leurs produits; ou pour en déduire les rapports, il ne me reste plus guère, pour complèter cet article, qu'à rappeller & à présenter sous des points de vue différens quelques-unes des vérités que nous avons recueillies des discussions qui précèdent.

On appelle *anomalies* des phénomènes qui s'écartent des loix connues, & *anomalies apparentes* ceux où l'ordre n'est troublé que par l'intervention d'une nouvelle puissance; de sorte que la différence des produits est très-réelle, sans qu'on puisse en tirer aucune induction, soit contre l'existence de la cause générale, soit contre l'uniformité de ses effets.

L'ordre des affinités est-il constant? Telle est la question que propose l'illustre Bergman au commencement de sa Dissertation sur les attractions électives, & il renvoie, avec raison, à l'Ouvrage entier pour avoir une réponse certaine; car il n'y en a point d'autre que la solution des difficultés que présentent certains cas, & leur conciliation avec ceux qui paroissent opposés; mais il ne craint pas d'assurer qu'il n'en a encore trouvé aucun qui, examiné de près, ne pût être ramené à cet ordre constant.

Il feroit bien inutile d'étudier la nature, de multiplier les expériences, de recueillir laborieusement des observations, s'il n'y avoit pas de loix fixes & invariables, si l'on ne pouvoit supposer les mêmes causes par-tout où l'on apperçoit les mêmes effets, si l'on n'étoit certain de les reproduire à volonté avec les mêmes matières & dans les mêmes circonstances; mais tout nous rassure contre ce désordre, la nature n'a qu'une marche uniforme dans ses opérations; & quand nous jugeons qu'elle s'en écarte, c'est que nous avons mis nos opinions à la place de ses véritables loix, ou que nous ne faisons état que d'une partie des forces qui concourent. Ainsi, du temps de Geoffroy, on tenoit encore pour principe que les alkalis enlevoient toujours les acides aux terres, que les terres précipitoient toujours les métaux; dès que l'on eut apperçu quelques cas contraires, des Chymistes peu philosophes, qui n'avoient pris de cette science que l'art des manipulations, ne tardèrent pas à exclure indéfiniment toute régle d'affinité; la nature, suivant eux, avoit pour chaque phénomène une loi particulière, il falloit brûler ces Tables sur lesquelles on avoit commencé d'enrégistrer les rapports observés, parce qu'on s'étoit trop pressé d'en déduire une ou deux généralités. Des esprits plus sages s'appliquèrent à déterminer les vraies circonstances de ces opérations, ils découvrirent bientôt que l'alkali qu'on supposoit toujours le même, étoit quelquefois un sel moyen formé d'un acide & d'une base; que ce que l'on prenoit pour le résultat d'une simple attraction élective, étoit l'effet d'une affinité double ou par concours: de cette manière, tout rentra dans l'ordre, & il n'en fut que plus solidement établi que, quand il avoit été une fois bien vérifié qu'un corps A, par exemple, ne quittoit point le corps B pour s'unir au corps C; que réciproquement l'union des corps A & C étoit rompue par l'intervention du corps B, cet ordre d'attractions, ou la supériorité d'affinité de B sur C, par rapport à A, devenoit un principe invariable qui ne pouvoit jamais se démentir.

Il est donc bien important de connoître les causes particulières qui, dans certaines occasions, modifient les effets des principes généraux; Bergman a indiqué les six qui suivent:

1°. Anomalies produites par la différence de chaleur.
2°. Anomalies produites par double affinité.
3°. Anomalies produites par les changemens successifs des substances.
4°. Anomalies produites par solubilité.
5°. Anomalies produites par sur composition.
6°. Anomalies produites par l'excès d'un des principes.

Comme on peut rapporter à l'une ou à l'autre de ces divisions toutes les causes d'anomalies apparentes qui ont été découvertes jusqu'à présent, même en leur appliquant une théorie un peu différente sur quelques points, de celle du Chymiste Suédois, j'en vais donner l'explication dans le même ordre.

I. La différence de chaleur change souvent les affinités. Que l'on verse de l'acide vitriolique dans une dissolution de phosphate de potasse, à la température ordinaire, ce sel est décomposé & il se forme du vitriol de potasse; d'où il suit évidemment que l'acide vitriolique précède l'acide phosphorique dans l'ordre des affinités de cette base. Que l'on traite le mélange au feu de distillation, le vitriol de potasse est à son tour décomposé, son acide monte, & il reste dans la cornue du phosphate de potasse; ce qui semble indiquer un ordre tout opposé. Mais il y a dans ce second cas une nouvelle puissance, c'est la matière de la chaleur avec laquelle l'acide vitriolique s'élève en état de vapeurs, tandis que l'acide phosphorique demeure fixe; les circonstances ne sont plus les mêmes, & il n'y a par conséquent point d'anomalie.

On trouvera un grand nombre d'exemples analogues dans l'exposition de la VIe. loi d'affinité, où j'ai réuni tout ce qui pouvoit éclaircir cette matière, & où je crois avoir prouvé que la condition de la température avoit une influence bien plus étendue que ne paroissoit le supposer la distinction ordinaire de la *voie sèche* & de la *voie humide*; & même que cette influence n'étoit pas bornée, comme Bergman l'a pensé, aux cas dans lesquels un même degré de chaleur augmente dans une proportion très-inégale la volatilité des diverses substances. Ce grand Chymiste fait d'ailleurs une remarque très-juste, c'est que *les corps volatils sont véritablement changés par leur union avec la matière de la chaleur*, & sous ce point de vue les phénomènes qu'elle produit pourroient aussi-bien être rapportés à la troisième cause d'anomalies apparentes; car peu importe que ces changemens soient ordinairement passagers, qu'ils disparoissent presque toujours en entier par le refroidissement, dès que l'on ne considère leur action que dans les bornes de leur durée.

II. L'acide vitriolique a plus d'affinité avec la potasse qu'avec la chaux ; c'est un fait dès long-temps constaté par des expériences directes, & que Geoffroy a consigné dans sa Table : cependant, si on verse dans la dissolution de vitriol de potasse de la dissolution de muriate calcaire, l'acide vitriolique quitte l'alkali pour s'unir à la chaux, & il se forme de la sélénite ou vitriol calcaire. Nous ne devons pas être étonnés si les premiers qui ont observé ce phénomène ont pensé qu'il dérogeoit à l'ordre établi ; mais nous savons aujourd'hui que toutes les fois qu'il y a plus de trois substances en activité, ce n'est pas l'affinité plus puissante qui décide, mais la *somme* des affinités qui concourent à changer ou à conserver la composition actuelle ; je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit à ce sujet, en traitant des *affinités doubles* ou *par concours*, n. IV de la Ire. Section de ce paragraphe : ce seroit fermer volontairement les yeux à la lumière, que de contester encore sur ce fondement la constance de l'ordre des affinités, puisque les explications de ces prétendues exceptions se déduisent des mêmes rapports qu'indiquent les cas qui paroissent opposés.

Les irrégularités apparentes qui naissent des affinités par concours sont en très-grand nombre ; mais il n'y a aucune difficulté à les ramener à la mesure invariable des affinités simples, lorsqu'on a une pleine connoissance de toutes les matières qui agissent simultanément, comme dans l'exemple que je viens de citer. Il en est tout autrement, quand on n'a qu'une connoissance imparfaite du nombre & de la qualité de ces matières ; on ne peut alors que soupçonner une quatrième puissance, sans avoir de base fixe pour lui assigner une valeur ; ou bien on risque d'attribuer à une simple attraction élective entre trois corps ce qui n'est que l'effet de plusieurs forces réunies ; &, comme le dit Bergman, les plus grands Maitres y sont souvent trompés. On doit donc mettre toute son application à déterminer d'abord avec précision ce qui se passe dans ces opérations, à rechercher ensuite quelle est la substance dont l'affinité connue ajoute ce qui manque aux autres puissances pour produire les phénomènes observés. De cette manière, on parviendra à faire disparoître les anomalies, & la nécessité de cette conciliation deviendra une preuve de la présence des matières qui par leur nature se dérobent à nos sens.

C'est ainsi que Macquer, Bergman, M. Kirwan & la plupart des Chymistes ont expliqué jusqu'à présent la précipitation de l'argent revivifié, dans sa dissolution nitreuse, par le cuivre en état de métal ; tandis que le cuivre calciné n'y occasionne aucun changement. Le phlogistique, ont-ils dit, forme la quatrième substance dont l'affinité décide la décomposition ; ce principe passant du cuivre à l'argent qui l'attire plus fortement, le premier de ces métaux se trouve seul dans la condition nécessaire pour s'unir à l'acide ; & réciproquement, la réalité de ce principe se démontre par l'influence de ses affinités.

M. Lavoisier, & ceux qui suivent avec lui la doctrine anti-phlohistique, reconnoissent aussi l'impossibilité de concilier tous les faits, sans admettre, dans tous les cas analogues, la présence d'un quatrième corps ; mais au lieu du principe inflammable, c'est à l'air vital, principe acidifiant, qu'ils attribuent cette fonction ; cette théorie satisfait donc également à la condition d'une double affinité, elle a encore l'avantage de désigner pour ce 4e. agent un être moins hypothétique, qui augmente sensiblement le poids des métaux, & qui montre véritablement dans un grand nombre de circonstances une plus grande disposition à s'unir avec les uns qu'avec les autres. *Voy.* AIR VITAL.

III. Quand une substance éprouve quelque changement, il est tout simple qu'elle ne conserve pas la même action, le même degré d'affinité avec tel ou tel autre corps qui lui étoient propres avant ce changement.

Le changement dont il est ici question doit être bien distingué de celui qui résulte des affinités de ces substances dans le cours ordinaire des choses, lorsqu'elles forment par leur union un composé nouveau ; il s'agit au contraire de celui qui donne lieu à une combinaison inattendue, ou qui empêche celle que devoit produire le mélange ; & c'est là précisément ce qui fonde le soupçon d'une anomalie.

L'acide acéteux est, comme l'on sait, bien plus foible que l'acide nitreux, & par conséquent incapable de lui enlever la base alkaline ; cependant, si on tient au feu dans un creuset le nitre de potasse, pendant une ou deux heures, & que l'on verse ensuite dessus de l'acide acéteux, il déplace l'acide nitreux. Dans l'hypothèse de Stahl, on rend raison de ce phénomène, en disant que l'acide nitreux a passé à l'état d'acide phlogistiqué ; suivant les principes de M. Lavoisier, une partie de cet acide a été privée de son air vital par l'action de la chaleur, & l'autre portion saturée de gas nitreux n'est plus susceptible de contracter une union aussi intime avec la potasse : explication qui se fonde sur ce point de fait bien avéré, que quand on expose le nitre à la même chaleur dans les vaisseaux appareillés pour le gas, on recueille en effet de l'air vital.

Le changement est bien manifeste dans la décomposition du nitre par la chaux d'arsenic, à la cornue ; car ce n'est point une chaux métallique qui reste combinée, c'est un véritable acide qui s'est formé d'abord en s'appropriant l'air vital acidifiant de l'acide nitreux (*voy.* ACIDE ARSENICAL), & ce nouvel acide étant de sa nature plus fixe, on ne doit pas être étonné qu'il ait l'avantage sur ce qui peut rester de l'autre acide.

On voit par-là que ces changemens peuvent résulter ou de la décomposition, ou de la composition d'une des substances, & que l'effet en est le même par rapport aux affinités, dont le produit devient nécessairement différent, quand, au lieu de s'unir l'un à l'autre dans leur état actuel, les corps mis en contact perdent ou acquièrent quelque principe. L'eau

que l'on a trop long-temps regardé comme une simple véhicule, dans un grand nombre d'opérations, fournit elle-même quelquefois par sa décomposition la matière qui surcompose ; on ne peut guère douter maintenant que cela n'ait lieu dans toutes celles où il se produit en quantité du gas inflammable & où un métal passe à l'état de chaux sans qu'il puisse recevoir de l'acide même le principe acidifiant. *Voy.* AIR VITAL & EAU.

Tous les cas que l'on a fait servir de preuves aux affinités prétendues réciproques, rentrent facilement dans cette classe d'anomalies apparentes, quand on observe avec soin les changemens que subissent les matières dans l'une des opérations alternatives : j'en ai donné assez d'exemples dans la Ire. Section de ce paragraphe (*n. V*).

IV. Lorsqu'il se forme un précipité dans un mélange, ou même lorsque la liqueur se trouble, on juge qu'il y a décomposition de l'une des substances ou échange de quelque principe, & cette conséquence est généralement fondée ; car, n'y eût-il que la précipitation d'un sel neutre tenu précédemment en dissolution par l'eau, il est vrai de dire que cette dissolution est décomposée. Mais le sel ainsi recrystallisé instantanément, a été pris quelquefois pour un précipité d'une autre nature ; d'autre part, cette habitude de reconnoître la décomposition à ces signes visibles, a induit à penser qu'il n'y en avoit point quand les nouveaux produits se trouvoient assez solubles pour rester dans la liqueur ; parce qu'on n'a pas fait attention que si la séparation d'une matière moins soluble annonçoit nécessairement un changement, il ne s'ensuivroit pas que tout changement dût produire un nouveau composé de cette espèce. Il n'y a rien là qui mérite le nom d'anomalies même apparentes, ce sont tout simplement des méprises, mais contre lesquelles il faut être continuellement en garde : à l'exemple de Bergman, j'en citerai quelques-unes pour faire connoître la manière de s'en garantir.

Que l'on verse une certaine quantité d'acide vitriolique bien concentré dans les dissolutions saturées de vitriol de potasse, d'alun ou de muriate mercuriel corrosif, il y aura sur-le-champ un précipité, que l'on sera d'autant plus tenté de regarder comme un nouveau produit, qu'il aura la forme pulvérulente ; cependant l'acide ajouté n'a fait que s'emparer de l'eau de dissolution, & occasionner par-là une crystallisation subite & confuse, comme celle que détermine aussi l'alcohol dans les mêmes circonstances.

La dissolution de potasse mêlée à la dissolution d'un sel qui a pour base la soude, n'y occasionne aucun changement, & cette circonstance a été la cause que l'on a long-temps ignoré que l'alkali végétal eût une affinité supérieure avec les acides. La vérité est qu'il déplace l'alkali minéral, & l'on peut aisément s'en convaincre, en faisant évaporer le mélange pour en obtenir les crystaux ; mais l'alkali devenu libre, & le nouveau sel neutre qui s'est formé étant l'un & l'autre solubles, il n'y a point de raison pour que la transparence de la liqueur soit troublée. On parvient cependant à rendre sur-le-champ la décomposition sensible, en employant une dissolution de vitriol de soude bien concentrée, & y versant de la dissolution de potasse par déliquescence spontanée, car le vitriol de potasse, un peu moins soluble, se sépare en crystaux au bout de quelques minutes : c'est le procédé que Scheele indique dans ses notes sur le Traité des affinités de M. Wenzel (*Crell*, *Chemisches Journal*, *&c. 1780*, *part. 4*, *pag. 80*).

Le muriate de magnésie est décomposé sur-le-champ par l'acide vitriolique ; cependant rien n'annonce cette décomposition, parce que le vitriol de magnésie reste dans la liqueur.

L'alumine, & quelques chaux métalliques, peuvent être tenues en dissolution par les alkalis ; & de là vient que, quand ils ont séparé une de ces substances de son dissolvant acide, si on en ajoute par excès, ils reprennent le précipité qui s'étoit d'abord formé. On observe la même chose dans la précipitation de quelques métaux par l'acide prussique ; mais dans tous ces cas, le signe non équivoque de la décomposition a précédé le phénomène qui pourroit induire en erreur.

Enfin, une matière peut être séparée de son dissolvant dans un si grand état de division qu'elle reste suspendue dans la liqueur, quoique non véritablement dissoute, de sorte que rien n'annonce la décomposition ; c'est ce que Bergman a nommé *solubilité apparente*. On n'en connoît encore d'exemple bien caractérisé, que dans la précipitation de la liqueur des cailloux ou de la terre siliceuse tenue en dissolution par la potasse ; encore faut-il y porter à dessein une grande quantité d'eau, car si la liqueur est un peu concentrée, les premières gouttes d'acide que l'on y verse y occasionnent un précipité si abondant, qu'il n'a pas le temps de se rassembler, ni de se séparer du sel neutre, qui tend lui-même à se crystalliser, & que le tout prend une consistance gélatineuse. Au contraire, si la liqueur est étendue de plus de 24 fois son poids d'eau, elle ne se trouble plus, lors même qu'on ajoute de l'acide par excès ; ce n'est pas qu'il ne s'empare toujours du dissolvant, & que par conséquent la dissolution de la terre ne soit décomposée ; on ne peut pas même soupçonner, comme le dit Bergman, qu'elle soit redissoute ni par l'eau, ni par le sel neutre, puisque cette terre se sépare quand on expose le mélange à la chaleur de l'ébullition, qui, dans cette supposition, ne pourroit que favoriser l'effet contraire. Il n'y a donc ici qu'une suspension des molécules trop écartées pour former une masse capable de surmonter la résistance du frottement ; mais il n'est pas moins évident, ainsi que je l'ai observé dans mes notes sur la XIIIe. Dissertation de Bergman, que cette résistance est augmentée par l'adhérence des molécules terreuses aux molécules salines, quoique cette force attractive ne soit pas au degré nécessaire pour produire affinité & dissolution.

Le même Chymiste est parvenu à retenir également la chaux suspendue dans la liqueur d'où elle est précipitée par l'alkali caustique, en délayant d'abord la dissolution de 50 fois son poids d'eau, & y versant ensuite l'alkali goutte à goutte jusqu'à ce qu'il commence à altérer le papier coloré par le fernambouc.

V. La surcomposition produit un grand nombre d'anomalies apparentes, & devient même en quelques occasions un obstacle à ce qu'on puisse juger sûrement l'ordre d'affinité de plusieurs substances entre elles.

On unit l'or à l'argent par la fusion, & on y ajoute ensuite du cuivre, ou bien c'est un alliage de cuivre & d'or que l'on met au creuset avec de l'argent; dans tous les cas, on ne trouve, après l'opération, qu'une seule masse formée des trois métaux : cela ne prouve nullement qu'ils aient tous une égale affinité l'un avec l'autre; on doit au contraire regarder comme certain qu'il y a d'abord combinaison des deux qui s'attirent le plus fortement, & que celui dont l'affinité est inférieure a dû être déplacé au même instant, s'il faisoit partie du premier alliage; mais à mesure que se forme cette union des deux métaux, dont l'affinité est plus puissante, elle se surcompose avec le troisième, & il ne reste aucune trace de ce qui s'est passé.

La même chose a lieu dans la vitrification des terres l'une par l'autre, ou avec des fondans salins.

Cette surcomposition n'est pas moins manifeste dans plusieurs dissolutions acides.

Le muriate mercuriel corrosif donne, avec l'ammoniac, un sel triple, dont la chaux de mercure ne se sépare, ni par la crystallisation, ni par la sublimation.

La magnésie & l'ammoniac demeurent unis à l'acide vitriolique, en certaines proportions. Il en est de même de la magnésie & de la chaux de fer.

Quelquefois ces surcompositions s'opèrent entre quatre substances à la fois, comme quand on mêle les dissolutions de tartre acidule & de borax, le sel commun avec le vitriol calcaire, ou avec le vitriol de magnésie.

Un autre cas qui pourroit être encore plus embarrassant, si l'on n'en étoit prévenu, est celui où le mélange de deux sels neutres formés du même acide donne une apparence de précipité; c'est ce qui arrive quand on verse de la dissolution saturée de nitre calcaire dans une dissolution saturée de nitre de magnésie : ce précipité n'est autre chose qu'un sel à trois parties, composé de l'acide & des deux bases réunies; ce surcomposé prend instantanément la forme concrète, parce qu'il exige pour sa dissolution une plus grande quantité d'eau que chacun des deux sels séparés. On a la preuve de cette étiologie, en ajoutant de l'eau qui redissout tout le précipité.

Nous devons enfin à l'exactitude du célèbre Scheele l'observation d'une autre espèce de surcomposition qui mérite d'autant mieux de trouver place ici, qu'elle présente une anomalie à laquelle on ne se seroit point attendu. On sait que l'eau de chaux décompose l'alun; on jugeroit d'après cela que l'alumine étant précipitée, l'eau doit rester chargée de toute la portion de vitriol calcaire qu'elle peut dissoudre; c'est ce qui se trouve en effet quand on n'a employé que la quantité d'eau de chaux nécessaire, & pour-lors on obtient une terre alumineuse transparente comme de l'amidon cuit; mais si on excède un peu cette juste proportion d'eau de chaux (sans en mettre pourtant une trop grande surabondance), le précipité n'est plus transparent; il est formé d'alumine, de vitriol calcaire & de chaux, & la liqueur n'est plus que de l'eau pure. On obtient réciproquement le même précipité, en ajoutant d'abord de l'eau de chaux, puis de l'alumine dans une dissolution de vitriol calcaire (*Mém. de Scheele*, *tom. 1*, *pag. 195*). Ces phénomènes ne détruisent point l'ordre établi pour les affinités de la chaux & de l'alumine avec l'acide vitriolique, ils indiquent seulement une affinité entre ces deux bases, au moyen de laquelle, pour me servir des termes de Scheele, elles forment une espèce de terre particulière.

VI. La sixième & dernière cause d'anomalies apparentes, & l'une de celles qu'il importe le plus de connoître, est la surcomposition de quelques sels par un de leurs principes en excès. Cette surcomposition diffère essentiellement de celle dont il vient d'être question, en ce que celle-là, comme on a pu le remarquer, se forme seulement dans les opérations par lesquelles on cherche à déterminer l'ordre d'affinités, au lieu que celle-ci préexiste; de sorte que si l'on n'en étoit averti, cette ignorance de la vraie nature des matières employées ne pourroit manquer d'entraîner de faux jugemens, ou du moins de faire naître des difficultés inextricables.

Tous les Chymistes ne paroissent pas convaincus de la réalité de cette surcomposition, & j'avouerai sans peine qu'elle me parut d'abord peu conciliable avec l'idée que je m'étois formée de la nécessité d'un point absolu de saturation, déterminé par la nature même des forces qui produisent les combinaisons; mais les faits qui répugnent le plus sont ceux qui se trouvent à la fin le mieux démontrés par la diligence que l'on apporte à en multiplier & à en examiner rigoureusement les preuves. Une partie de la Ire. Section de ce paragraphe a été consacrée à établir celui-ci, que je regarde comme une clef de la doctrine des affinités; on y a vu comment on pouvoit le mettre d'accord avec les règles de la saturation; on y a vu des exemples multipliés de sels crystallisés, soit avec excès d'acide, soit avec excès de base, même formés avec excès de base dans l'excès de leur acide : il devient donc inutile de répéter ici toutes ces observations, d'autant plus que la IIIe. loi d'affinité que j'en ai déduite suffira pour mettre en garde contre les fausses explications que l'on a données jusqu'à présent des effets qui procèdent de cette cause. Ainsi, pour en faire l'application à l'un des cas les plus simples, lorsqu'on verra l'acide mu-

tareux saturé de potasse, céder à l'acide acéteux une portion de cette base, & former avec l'autre le sel beaucoup moins soluble que j'ai appellé tartre acidule de potasse (*voyez* ACIDE TARTAREUX), on ne sera plus tenté d'en conclure ni que l'acide acéteux est plus fort que l'acide tartareux, ni que l'affinité de ces deux acides avec les alkalis est réciproque; on comprendra facilement que plus le sel neutre attire fortement une portion d'acide en excès, moins il faut ajouter à cette puissance pour rompre l'équilibre & séparer la portion de base qui est étrangère à la surcomposition acidule, & que de là vient que l'acide acéteux peut s'approprier cette portion de potasse; quoique, dans tous les cas d'attractions électives simples, il cède constamment les alkalis à l'acide tartareux.

Voilà jusqu'à présent les seules espèces d'anomalies qui aient été bien observées, on doit s'attendre à en rencontrer de nouvelles, à mésure que l'on multipliera les expériences; mais quand on ne parviendroit pas à en trouver tout de suite la solution, je n'imagine pas qu'après avoir vu celles-ci ramenées à l'ordre par l'examen de leurs vraies circonstances, on veuille encore élever des doutes sur la vérité d'un systême aussi utile, aussi solidement établi, par la seule raison qu'on n'auroit pas connoissance de quelque cause particulière qui modifie accidentellement l'effet de la cause générale.

§. V. *De l'usage des affinités dans la pratique de la Chymie.*

On ne peut avoir que deux objets dans les opérations de la Chymie; ou d'ajouter à la masse de ses connoissances, ou de se servir de celles qui sont acquises pour obtenir, par la voie la plus simple & la plus sûre, des produits utiles à la Médecine, aux Arts & à l'Economie: or, la comparaison des divers degrés d'affinité est l'unique boussole qui puisse nous guider dans ces travaux; & celui qui voudroit s'y livrer, sans s'être d'abord armé de cet instrument, ne retireroit que bien peu de fruit de la plus longue expérience; il seroit sans cesse exposé à prendre pour des prodiges les choses les plus ordinaires, il pourroit rencontrer de grands effets & ne sauroit pas en apprécier les conséquences; si par hasard il atteignoit une fois le but, il ne seroit pas en état de retrouver la route pour y revenir; il ne mériteroit enfin pas plus le nom de Chymiste, que ne mérite le titre de Mathématicien l'Artisan qui copie servilement le modèle qui lui est donné, ou l'insensé qui entreprend de quarrer le cercle sans avoir les premières notions de la Géométrie.

Pour justifier ce premier coup d'œil sur la pratique de la Chymie, prenons-en, dans ses détails, une idée encore plus étendue. Tantôt le Chymiste s'occupe à analyser les corps pour en découvrir les parties constituantes; tantôt il cherche à créer, en quelque sorte, de nouvelles propriétés par des compositions que la nature ne lui offre point; il faut qu'il travaille incessamment ou à séparer des matières dont la présence nuit à son dessein, ou à en recueillir de précieuses qui resteroient sans valeur, ou à en trouver de communes qui lui tiennent lieu des plus rares; il faut qu'il assigne à chaque substance les caractères qui la distinguent, qu'il la retrouve & la reconnoisse à travers tous les déguisemens que peut inventer la cupidité; il faut qu'il sache réunir ce qu'il a divisé, recomposer ce qu'il a détruit, qu'il cherche le plus souvent à suppléer la durée des causes naturelles par l'industrie des manipulations; il doit enfin aujourd'hui, pour n'être pas au dessous des lumières de son siècle, suivre continuellement l'action de ces fluides subtils, qui n'ont point de forme qui tombe sous les sens, qui sont présens presque par-tout, & ne se dévoilent jamais que par les résultats de leurs combinaisons. Quel est le procédé le plus sûr, le plus avantageux, pour arriver à la fin proposée? Voilà le problême qu'il aura à résoudre à chaque instant, & dont la solution ne peut être établie que sur la connoissance des affinités.

Les preuves de cette vérité sont nécessairement familières à tous ceux qui ont mis la main à l'œuvre. Quand ils ont voulu rompre l'union de deux substances pour en obtenir une pure, ils ont senti la nécessité de porter dans le mélange un troisième corps qui n'eût que peu ou point d'affinité avec celle-ci, & qui en eût au contraire beaucoup avec celle qu'il falloit séparer. Sont-ils incertains de la vraie nature de quelque matière? ils l'essaient, ils la reconnoissent par ses affinités & par les produits de ses affinités. S'agit-il de former quelque composition nouvelle? ils consultent aussi-tôt les Tables d'affinités sur la possibilité de cette combinaison, sur les moyens de la faire réussir. Jusques dans le choix des vaisseaux qu'ils emploient, ils sont obligés de prévoir ce qui résultera de leurs affinités avec les matières qu'ils ont à traiter. C'est donc bien moins pour prouver que pour expliquer, que je donnerai ici, à l'exemple du célèbre Wenzel, l'exposition de quelques procédés déterminés d'après la doctrine des affinités, afin de diriger, dans son application à la pratique des opérations, ceux qui n'en seroient pas encore instruits par leur propre expérience.

I. Je veux avoir sur-le-champ, & sans grande opération, une dissolution nitreuse d'argent; il faut pour cela de l'acide nitreux pur & de l'argent pur; & je n'ai que de l'eau-forte du commerce, toujours chargée d'acide vitriolique & d'acide muriatique; je n'ai que de l'argent de vieux œuvre ou de vaisselle, toujours allié de cuivre. Quand je rectifierois cette eau-forte sur du nitre, je retiendrois bien l'acide vitriolique en état de vitriol de potasse, mais l'acide muriatique passeroit encore dans le récipient; d'autre part, je n'ai pas sous la main les instrumens nécessaires pour purifier l'argent à la coupelle: n'importe, j'atteindrai mon but par la connoissance des

affinités. Je fais que les acides vitriolique & muriatique s'emparent de l'argent diffous dans l'acide nitreux, & forment avec ce métal un sel presqu'insoluble ; je sais encore que l'argent ne se dissout dans l'acide nitreux, que parce qu'il y passe d'abord à l'état de chaux par l'affinité qu'il exerce sur une portion de l'air vital acidifiant qui existe dans l'acide ; que pour le séparer en état de métal, il suffira de porter dans le mêlange une substance qui ait plus d'affinité que lui avec ce principe, & que le cuivre se trouve dans cette condition. C'est tout ce dont j'ai besoin pour combiner mon procédé.

Je prends donc une certaine quantité d'eau-forte du commerce, dans laquelle je jette un morceau d'argent allié ; à mesure que la dissolution se fait, je vois se précipiter, sous forme de caillé blanc, les sels formés des acides étrangers : quand il ne s'en forme plus, je filtre, & il passe une liqueur qui n'est plus que de l'acide nitreux, tenant, si l'on veut, un peu d'argent & de cuivre, ce qui est indifférent pour mon objet.

Dans cette liqueur, j'ajoute maintenant une nouvelle quantité de mon argent allié ; quand elle en est saturée, j'y porte une pièce de cuivre, qui, en peu de temps, précipite tout l'argent en forme de petits globules métalliques. J'emploie un peu de cet argent, bien lavé dans plusieurs eaux, à purifier une autre portion d'eau-forte, dans laquelle je fais enfin dissoudre le surplus ; & j'obtiens de cette manière une dissolution nitreuse d'argent claire & limpide, qui n'a plus rien de la couleur de cuivre, & qui peut servir à la plupart des usages ordinaires.

II. Le muriate ammoniacal, ou sel ammoniac, est répandu par-tout pour le besoin journalier de quelques Arts méchaniques ; l'ammoniac, ou alkali volatil, ne se trouve pas aussi communément, on le chercheroit vainement, même dans les Pharmacies des petites Villes ; voulez-vous y suppléer pour l'instant ? les Tables d'affinités vous apprendront qu'en mêlant le sel ammoniac avec la potasse ou avec la chaux, vous dégagerez abondamment l'odeur propre à l'alkali volatil ; qu'en mêlant à la dissolution du sel ammoniac dans l'eau une dissolution de potasse, ou tout simplement de la lessive de cendres de bois, vous produirez une liqueur qui ressemblera absolument celle que vous auriez formée, en ajoutant de la dissolution de muriate de potasse à de l'alkali volatil pur, où ce dernier principe jouira par conséquent de toutes ses propriétés, presque comme s'il étoit seul, puisqu'il n'est plus neutralisé, & qui pourra servir dans toutes les occasions, encore assez nombreuses, où la présence d'un autre sel parfaitement neutre n'auroit aucun inconvénient.

III. Quand il y a du fer disséminé, même en parties insensibles, dans d'autres matières, la Physique nous enseigne à le tirer de ce cahos, à le recueillir séparément par le moyen de l'aimant : en Chymie, toute matière a son aimant, ou, pour mieux dire, toute matière est un aimant pour une autre matière ; & les Tables d'affinités ne sont que le résultat des observations d'après lesquelles ces aimans ont été classés dans un ordre qui indique leur efficacité & la mesure des degrés divers de leur puissance. Ainsi, l'on y voit que le mercure est un puissant aimant pour l'or, que l'eau sépare les sels des terres, que l'alcohol sépare l'eau des sels, que les alkalis séparent les acides des métaux, &c. &c. Il me seroit facile de faire ici une longue énumération ; mais elle ne diroit rien de plus à ceux qui pourroient être encore étonnés de ces phénomènes devenus si communs, & les autres m'en dispenseront volontiers.

IV. Un procédé ingénieux de M. Hermstadt va nous fournir un exemple des avantages que l'on peut retirer de la connoissance des affinités par de nouvelles applications. Ce Chymiste avoit soupçonné que l'acide vitriolique obtenu du soufre, tel que celui qui se fabrique aujourd'hui en Angleterre & en France, tenoit toujours un peu d'acide muriatique, & que c'étoit à sa présence qu'il devoit attribuer quelques différences qui jettoient de l'incertitude sur les résultats de ses expériences. Le fait étoit assez vraisemblable, attendu qu'on n'emploie dans cette fabrication que du nitre qu'on appelle de première cuite, & qui est nécessairement chargé d'une certaine quantité de sels muriatiques (*voy.* ACIDE VITRIOLIQUE, §. II, *n.* 3) : mais il s'agissoit d'en avoir la preuve, il l'eût vainement cherchée en donnant une base à ces acides, pour observer ensuite la forme des crystaux des sels qu'ils auroient produits, parce qu'une petite quantité d'un sel dispersée dans une masse de crystaux d'une autre figure, se dérobe facilement à l'œil le plus exercé ; il se rappella pour-lors que l'acide muriatique s'unissoit par affinité avec l'air vital, il fit donc digérer le mélange acide sur la chaux noire de manganèse, & la production du gas acide muriatique déphlogistiqué devint bientôt un indice non équivoque de la vérité de sa conjecture. (*Crell, Chem. annal.* 1786, *part. I*, *pag.* 45).

V. C'est sur-tout dans les combinaisons des doubles affinités que l'on peut espérer de trouver des ressources pour rendre les procédés tout à la fois plus expéditifs, moins compliqués & plus économiques. Les Recueils décorés du titre fastueux de *Secrets des Arts*, les Livres de Pharmacie eux-mêmes, sont remplis de recettes qui prescrivent dix opérations où il n'en faudroit qu'une le plus souvent pour arriver au même but ; qui emploient des matières peu communes, sans nécessité, sans rien ajouter au produit que le prix qu'y met une imbécille crédulité : tout cela, parce que les Auteurs ont opéré à l'aveugle, parce qu'ils n'ont connu ni les affinités des substances qu'ils traitoient, ni les affinités de celles qu'ils auroient eu intérêt d'y substituer, ni la possibilité de les rendre efficaces par le concours. Au moyen de ces connoissances, le Chymiste appréciera tout d'un coup tous ces procédés, il saura les réduire à ce que l'objet

demande, il sera maître de les varier à son gré & d'en créer au besoin de nouveaux.

Ces vérités seront rendues plus sensibles par un exemple. Je proposerai donc, avec M. Wenzel, cette question : *quelle est la méthode la plus facile, la moins coûteuse, de préparer l'acète ammoniacal ou esprit de mendererus ?*

Pour en trouver la solution (dit cet Auteur) il faut d'abord examiner s'il y a des substances à bas prix, qui contiennent les parties constituantes du sel que l'on desire, & l'on trouve qu'il n'y en a point à meilleur marché que le muriate ammoniacal & l'acète de plomb, vulgairement appellé sucre de saturne. Mais on sait que l'ammoniac est retenu par l'acide muriatique avec une force que l'acide acéteux ne peut vaincre; il est également connu que l'acide muriatique ne quitte point l'ammoniac pour s'unir au plomb : sera-t-on arrêté par ces considérations ? Non sans doute. En même temps que l'observation nous a convaincus que les loix d'affinité une fois reconnues étoient immuables dans tous les cas semblables, elle nous a appris que ces forces demeurant les mêmes, produisoient, par le concours, des effets différens; que toutes les fois qu'il y avoit plus de trois substances en activité, il falloit se représenter toutes les tendances à toutes les combinaisons possibles, & comparer entr'elles non plus les quantités relatives d'affinité de chaque corps, mais les sommes de ces quantités qui conspirent au même effet.

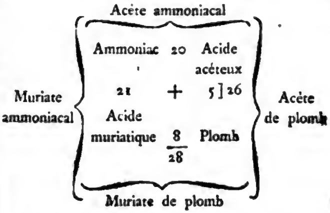
Suivant ce principe, il peut donc arriver que réellement la somme des affinités de l'acide acéteux avec l'ammoniac, & de l'acide muriatique avec le plomb, l'emporte sur la somme des affinités de l'acide muriatique avec l'ammoniac, & de l'acide acéteux avec le plomb. Cette possibilité reconnue, on imagine facilement les moyens d'en chercher la confirmation par l'expérience : en traitant à la distillation un mélange d'acète de plomb & de muriate ammoniacal, on s'apperçoit bientôt que le plomb reste dans la cornue uni à l'acide muriatique, tandis qu'il passe dans le récipient de l'acète ammoniacal fluide. Ainsi, la question est résolue.

Quand les Chymistes auront encore fait quelques progrès dans la science des affinités, ce ne sera plus seulement la possibilité, mais le fait même qu'ils seront en état de juger d'avance & d'annoncer avec certitude. Il suffira pour cela de construire la figure ou le symbole du concours de toutes les affinités, dans la forme que j'ai décrite, & d'y porter les expressions numériques de ces puissances.

Pour que l'on puisse juger tous les avantages de cette méthode, essayons de construire le symbole du cas qui vient d'être proposé.

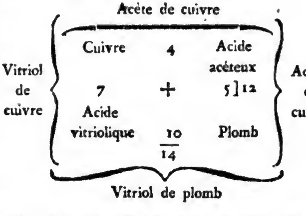
On voit déjà par la Table que j'ai donnée, que l'affinité de l'ammoniac avec l'acide muriatique peut être représentée par le nombre 21, celle de la même base avec l'acide acéteux par le nombre 20 ; de manière que jusqu'à présent ces rapports s'accordent avec toutes les observations connues. On sait d'autre part que le plomb a plus d'affinité avec l'acide muriatique qu'avec l'acide acéteux ; il faudra donc donner à celle-ci une moindre valeur. Enfin, il est également certain que les affinités de ce métal avec les acides, sont inférieures à celle de l'alumine, & dès-lors nous ne pouvons les représenter que par des chiffres inférieurs à ceux que nous avons pris pour l'expression de l'affinité de la terre alumineuse avec les mêmes acides. Toutes ces conditions se trouveront rigoureusement observées dans le symbole suivant, & cependant il annonce la décomposition des deux sels.

Echange de bases entre le muriate ammoniacal & l'acète de plomb, par la voie humide.



Supposons encore que l'on demande : *quel seroit le procédé le plus avantageux pour former l'acète de cuivre avec les matières qui se trouvent au moindre prix dans le commerce ?* Je jette d'abord les yeux sur le vitriol de cuivre & l'acète de plomb ; pour juger si l'échange des bases est possible, je cherche des nombres qui représentent les quatre affinités, en gardant tous les rapports observés ; & les disposant de même, à la manière de Bergman, pour pouvoir saisir d'un coup d'œil les sommes des forces quiescentes & divellentes & leur différence, je trouve la résolution de la question dans ce symbole.

Echange de bases entre le vitriol de cuivre & l'acète de plomb, par la voie humide.



Il y aura donc décomposition des deux sels &

production d'acète de cuivre. Ce sel sera d'autant plus aisé à séparer, qu'il restera dans la liqueur, tandis que le vitriol de plomb est insoluble. M. Wenzel croit que ce sel ne coûteroit par ce procédé qu'environ les deux tiers de ce qu'il se vend dans le commerce, même sans faire état du précipité qui peut (dit-il) être employé comme blanc de plomb. Ce Chymiste applique en cette occasion les résultats de ses recherches sur les proportions des parties constituantes des sels, & l'on sent que cette connoissance n'est pas moins importante, lorsqu'il s'agit sur-tout de faire la balance des dépenses & des produits d'une opération ; mais on a vu qu'il restoit encore beaucoup à faire avant qu'on eût sur ce point des bases sûres.

Ainsi, pour m'en tenir ici à ce qui concerne les affinités ; quand on a des rapports déterminés en nombres des forces que l'on doit mettre en jeu, on est en état de prévoir & de calculer le résultat avant l'expérience & sans aucun tâtonnement ; quand on est réduit à attendre la solution de la question de l'évènement des tentatives dirigées pour suppléer l'évaluation de quelques-unes de ces forces, qui n'ont pas encore été données, on a la satisfaction de remplir un vuide dans l'édifice de nos connoissances, de préparer, pour soi & pour les autres, des principes d'après lesquels on pourra désormais prononcer avec certitude, & redresser les observations même dans lesquelles on auroit été surpris par quelque accident; en un mot, d'ajouter à la somme des vérités qui peuvent seules abréger la route au Physicien qui fait des recherches, comme à l'Artiste qui aspire à tirer parti de son travail. C'en est assez pour faire sentir tous les avantages que la science des affinités procure dans la pratique de la Chymie.

§. VI. *Des moyens de complèter le système des affinités.*

Après avoir exposé tout ce qui est connu jusqu'à ce jour des affinités, il ne sera pas inutile, en terminant cet article, de fixer l'attention des Chymistes sur la route qu'ils doivent suivre pour aller au-delà. On peut être étonné au premier coup d'œil de l'espace immense qui reste à parcourir ; mais il y a de quoi se rassurer en portant ses regards sur le terme d'où sont partis ceux qui nous ont précédés, & encore mieux sur les moyens qui leur manquoient & que des découvertes qu'ils ne pouvoient même espérer ont mis en notre possession. Il ne s'agit donc que d'avoir continuellement présens à l'esprit ces moyens, & tout ce qui peut assurer les conséquences de nos observations : l'objet de ce paragraphe est d'en offrir le résumé.

L'observation des précipitations d'une substance par une autre, ou d'attraction élective entre trois corps, est, comme nous l'avons vu, le fondement le plus sûr de la science des affinités ; mais les Tables qui en ont été dressées sont encore bien imparfaites : on doit donc s'attacher d'abord à les complèter & à les perfectionner.

Pour les complèter, il faut y ajouter plusieurs substances qui n'y ont pas été admises, parce que ceux qui s'en sont occupés se sont plutôt laissé conduire par les faits qui se présentoient à eux presque fortuitement, qu'ils ne les ont recherchés dans un ordre méthodique. On ne voit pas, par exemple, pourquoi le soufre y a été placé, tandis qu'il n'y est pas question du phosphore, qui est bien manifestement une matière de même nature, par rapport à ses affinités & à ses combinaisons.

Bergman est le premier qui ait laissé une colonne pour la matière de la chaleur & pour l'air vital; or, les affinités de ces deux corps sont les plus importantes, puisqu'il est peu d'opérations où elles n'influent sensiblement sur les résultats. Il faudra bien aussi, par la même raison, se hâter d'inscrire sur ces Tables le gas inflammable & l'air phlogistiqué, ou plutôt les bases fixes de ces fluides aériformes, si elles sont réellement dans la classe des substances les plus simples que nous connoissions, ainsi que l'annoncent les expériences les plus modernes.

Non-seulement tous les acides devront y être compris, si l'on veut prévoir l'effet de leurs combinaisons, mais encore leurs bases acidifiables ou leurs radicaux, lorsque l'on sera parvenu à les séparer du principe acidifiant.

Les sels neutres exercent aussi des affinités dans lesquelles ils doivent être considérés comme corps simples, puisqu'ils agissent comme tels & ne se résolvent point en leurs élémens : pourquoi n'a-t-on pas pensé à indiquer les substances avec lesquelles ils s'unissent, & à les ranger dans un ordre correspondant à l'énergie de cette action ? Il n'y en a point d'autre raison que le défaut d'observations assez exactes pour en déterminer les procédés, pour mettre sur la voie d'en apprécier les conséquences.

Indépendamment de ces matières, dont l'habitude a fait presqu'exclusivement le sujet de l'Art, telles que les *sels*, les *terres*, les *métaux*, les *huiles*, &c. combien d'autres que nous ne connoissons encore que bien imparfaitement ! & il n'y en a aucune qui n'ait ses affinités, qui ne produise des combinaisons à raison de ces affinités.

M. le Sage, de Genève, dans son Essai de Chymie méchanique, propose d'enrichir les Tables d'une colonne pour les affinités de la *lumière* avec divers fluides & des *couleurs du prisme* avec le verre. Newton avoit déjà observé que l'attraction de la lumière, par les différens corps, n'étoit pas uniquement proportionnelle à leurs densités : celle du diamant est à celle du verre d'antimoine dans un rapport trois fois plus grand que celui de leurs pesanteurs spécifiques.

Il y a long-temps qu'on a soupçonné que la nutrition des végétaux pouvoit s'opérer par l'affinité des matières qu'ils s'approprient ; M. Mustel a rapporté quelques observations qui sont favorables à cette conjecture. Enfin, jusques dans le règne animal, l'influence de l'affinité se rend sensible : elle y entretient la chaleur par la décomposition de l'air pur, elle détermine cette dissolution des alimens qui

qui prend le nom de digeſtion ; elle y exerce des combinaiſons nouvelles des élémens diviſés des autres règnes ; elle ſurmonte quelquefois, par l'intenſité de ſa puiſſance, l'action des forces organiques : c'eſt ce que le Phyſiologiſte le moins initié dans notre ſcience eſt contraint d'avouer, quand il voit les ſubſtances de la claſſe des poiſons agir ſur le vivant abſolument comme ſur le mort ; ces germes virulens, qui ſe multiplient ſous tant de formes dans l'animal, ne ſont encore probablement que des poiſons engendrés ſpontanément de diverſes matières réunies par leurs affinités, détruiſant tout ce qu'ils touchent par l'énergie de leurs affinités.

L'illuſtre Bergman n'avoit pas enviſagé ce plan dans toute ſon étendue, lorſqu'il diſoit déjà qu'il faudroit plus de *trente mille* expériences pour porter la Table des affinités à un certain degré de perfection : celui pour qui cette contemplation deviendroit un motif de découragement, n'auroit pas une juſte idée de cette partie de la Philoſophie naturelle ; l'homme agrandit réellement ſon être toutes les fois qu'il peut reculer le but vers lequel ſe dirigent les efforts de ſon intelligence ; il ne s'agit point de marquer la tâche d'un ſeul ou d'un temps limité, mais de montrer juſqu'où peuvent atteindre les travaux accumulés dans la ſucceſſion des âges, les fruits qu'ils promettent, les vues générales qui doivent leur ſervir de point de ralliement : quel attrait puiſſant pour nous y ramener, que la certitude de faire quelque choſe d'utile, de recueillir, de quelques heures d'application, des vérités de fait, qui ne paſſent pas comme les opinions, qui s'enrégiſtrent auſſi-tôt pour ſervir en tout temps ! Aucune étude n'offre un perſpective auſſi flatteuſe.

Le premier vœu doit être cependant de *perfectionner* ce qui exiſte ; pluſieurs expériences demandent à être refaites, de celles mêmes que nous devons aux Chymiſtes les plus exacts, lorſqu'il leur a manqué quelque connoiſſance eſſentielle pour bien diſtinguer ce qui ſe paſſoit dans leurs opérations. Peut-être ſeroit-il important de revenir une fois à comparer les affinités de tous les corps trois à trois, pour décider abſolument leur ordre reſpectif, & d'en compoſer des Tables ſéparées à l'exemple de *Marrher*, qui, en travaillant ſur ce plan, a diviſé en 120 colonnes la Table de Geoffroy (*de affinitate corporum*, *Vindob.* *1762*). On conçoit d'ailleurs que cette forme ne ſeroit convenable que pour un travail préparatoire : quand les faits ſont bien vérifiés, il n'y a plus d'autre intérêt que d'en préſenter la ſérie de la manière la plus ſimple, & celle de Geoffroy mérite à cet égard la préférence.

Suppoſons (dit Bergman) que l'on cherche ſeulement à déterminer la ſérie des cinq termes a, b, c, d, e par rapport à A ; il faudra, pour y parvenir, 20 expériences ; car, en général, ſi le nombre des termes eſt n, le nombre des expériences ſera $n(n-1)$. Il eſt bon ſans doute de ſe ſervir de cette formule pour connoître d'avance tous les cas que l'on a à obſerver ; mais la ſérie trouvée, ces détails deviennent ſuperflus, & le Chymiſte Suédois s'eſt bien gardé d'en ſurcharger ſes Tables.

On a vu que les figures ou ſymboles qu'il a imaginés, étoient une manière d'écrire les affinités doubles, qui en facilitoit ſingulièrement la comparaiſon ; il pourra donc être quelquefois avantageux de ſe rendre compte de la quantité de ces ſymboles qui ſeroient néceſſaires pour épuiſer tous les cas poſſibles ſur un certain nombre de ſubſtances compoſées : ce problême eſt aiſé à réſoudre. Que l'on demande, par exemple, combien de ces ſymboles pourroient être conſtruits d'après la Table d'affinités que j'ai donnée précédemment (*page 558*) : je remarque d'abord qu'elle comprend 5 acides & 7 baſes, qui forment 35 ſels neutres ou moyens, c'eſt-à-dire, 7 vitriols, 7 nitres, 7 muriates, &c. Mais chacun des compoſés de l'une de ces cinq claſſes doit être préſenté à chacun des compoſés des quatre autres claſſes ; ainſi, je prends le quarré du nombre des baſes, je le multiplie par le double du nombre des acides, & le produit 490 eſt la ſomme cherchée, ou la quantité de ſymboles néceſſaires pour repréſenter le jeu des affinités dans tous les mélanges de ces 35 ſels neutres deux à deux. Soit N le nombre des acides, n le nombre des baſes, & x la ſomme des figures ſymboliques, on aura la formule générale $nn(2N) = x$. Appliquant ce calcul aux combinaiſons des 29 acides & des 24 baſes, dont nous avons fait état juſqu'à préſent, & qui produiſent 696 ſels neutres, on trouvera qu'ils exigeroient 33408 ſymboles d'affinités doubles.

Ce ſeroit bien autre choſe ſi on conſidéroit, ſous le même point de vue, les compoſés à trois, à quatre, à cinq, à ſix parties, &c. car nous ne pouvons douter, non-ſeulement qu'il n'y ait dans la nature un bien plus grand nombre de ces ſurcompoſés exiſtans que ceux que l'analyſe nous a fait connoître, mais même qu'il ne s'en forme tous les jours ſous nos yeux qui nous échappent, faute de pouvoir ſuivre la progreſſion de ſurcompoſition.

Le célèbre Hielm, dans ſon Diſcours ſur la Chymie, examine quel ſeroit le nombre poſſible des combinaiſons, en allant ſeulement juſqu'aux ſurcompoſés à cinq parties : voici le réſultat de cet examen, dans lequel il porte à 57 le nombre des principes que l'on peut regarder comme ſimples ou Elémens chymiques, n'ayant pu juſqu'à préſent être décompoſés.

57 ſubſt.	combinées 2 à 2 *donneront*	1596	*produits différens.*
	3 à 3	29260	
	4 à 4	395010	
	5 à 5	4187106	
	Total,	4612972	

Ainſi, 57 ſubſtances peuvent fournir mathématiquement 4612972 compoſitions eſſentiellement différentes, ſans éprouver elles-mêmes aucun changement ; je dis *mathématiquement*, pour qu'on ne ſuppoſe pas que toutes ces compoſitions ſoient chymiquement

possibles : mais les observations dont on peut conclure qu'il n'y a pas affinité entre tels ou tels corps, ne contribuent pas moins que les autres à l'avancement de la science (1).

Je dois encore faire connoitre la méthode par laquelle M. Achard trouve jusqu'à *81 cas possibles* dans le concours des affinités de deux composés, ou de quatre substances : elle est le résultat d'un grand nombre d'expériences dans lesquelles il a mêlé des dissolutions métalliques par l'eau chargée d'acide méphitique avec les dissolutions de différens métaux par d'autres acides (*Chymisch-physische Scriften*).

Soit M un métal quelconque dissous dans un acide.
- *m* un autre métal tenu en dissolution par l'eau chargée d'acide méphitique.
- *a* l'affinité du métal M avec un acide minéral ou autre.
- *b* l'affinité du métal *m* avec l'acide de l'autre dissolution.
- *d* l'affinité du métal M avec l'acide méphitique.

» Le mélange (dit ce Chymiste) peut présenter trois
» cas différens :
» où il n'y aura point de précipité
» ou M sera précipité
» ou ce sera *m* qui sera séparé de son dissolvant.
» Les Tables de Geoffroy & Gellert indiquent bien
» si *a* est plus grand que *c*, ou plus petit que *c*,
» ou égal à *c* ; mais elles ne vont pas plus loin, &
» par le moyen de mes expériences, on pourra encore déterminer si *b* est plus grand que *d*, ou plus
» petit que *d*, ou égal à *d*. Car quand on saura s'il
» y a, ou non, précipité, & si c'est M ou *m*, on
» pourra juger si *a* est plus grand que *d*, s'il est
» plus petit, s'il est égal, & de même si *b* est plus
» grand que *c*, s'il est plus petit ou égal : c'est-à-dire,
» si l'affinité de M avec son acide est plus grande
» ou plus petite que son affinité avec l'acide méphitique, & si l'affinité de *m* avec l'acide méphi-
» tique est plus grande ou plus petite que son affi-
» nité avec l'acide de la dissolution de l'autre métal. »

L'Auteur place à la suite de cette explication une Table qui présente les 81 cas qui peuvent résulter de ce concours d'affinités ; il suffira de rapporter ici les cinq premiers, d'après lesquels il sera facile de juger des autres, & même de les suppléer s'il étoit necessaire.

1er. cas	2e.	3e.	4e.	5e.
$a > c$	$a > c$	$a > c$	$a > c$	$a > c$
$b > d$	$b > d$	$> d$	$b > d$	$b > d$
$a > c$	$a > d$	$a > d$	$a < d$	$a < d$
$b = d$	$b > c$	$b < c$	$b = c$	$b > e$

On se rappellera sans doute ce que j'ai dit précédemment sur la circonstance d'égalité d'affinité, que je crois bien plus rare que ne le suppose ce calcul de M. Achard. Il y auroit d'ailleurs plusieurs observations à faire sur cette méthode, & sur les expériences qui lui servent de fondement, en ce que les dissolutions des métaux qui sont toujours avec excès d'acide, qui ne se laissent guère précipiter complètement, sont peu propres à établir des principes sur les phénomènes généraux de ces opérations ; sans compter que ces phénomènes participent alors plus ou moins de l'affinité même du principe acidifiant avec le métal, dont l'Académicien de Berlin n'a point fait état ; sans parler en un mot des surcompositions qui peuvent en imposer à l'Observateur, ni des précipités dans lesquels le métal retiendroit encore une portion de l'un des deux acides. Mais il n'est ici question que de prendre une idée de la variété des cas possibles d'affinité, & le systême qui en embrasse un plus grand nombre, peut devenir avantageux quand on est réduit à procéder par voie d'exclusion pour en assigner sûrement les limites.

C'en est assez pour faire voir que si la science des affinités a le précieux avantage de ramener toutes les combinaisons à quelques loix simples & constantes, elle est immense dans ses détails ; mais ce n'est pas tant à faire beaucoup d'expériences que l'on doit s'attacher, qu'à les faire bien, c'est-à-dire, de manière qu'elles ne laissent aucune incertitude, & qu'on n'ait pas à en soumettre perpétuellement les conséquences à un nouvel examen : il ne sera pas inutile de re-

(1) MM. Hassenfratz & Adet ont très-bien remarqué dans les Mémoires qu'ils ont présentés à l'Académie Royale des Sciences, *sur les nouveaux caractères à employer en Chymie*, que les propriétés différentes de plusieurs composés peuvent dépendre uniquement des différentes proportions des mêmes principes ; c'est pour cela qu'ils ont fait servir la position respective de ces caractères à indiquer les rapports de quantité des substances composantes. Or, quoiqu'ils n'aient établi ces positions que pour trois états de composition, elles triplent déja le nombre des composés à deux parties ; & la somme des composés à trois parties devient treize fois plus considérable.

cueillir ici les règles les plus essentielles qui doivent toujours être présentes à l'esprit des Chymistes occupés de ces recherches, s'ils aspirent à rendre leurs travaux véritablement utiles.

1°. Il faut avoir une connoissance parfaite de toutes les matières que l'on emploie, car ces matières sont les instrumens des affinités, & les résultats dépendent immédiatement de la nature de toutes celles que la proximité dispose à exercer leur action.

Ce n'est pas la chose la moins difficile en Chymie de s'assurer de la pureté des substances sur lesquelles on veut opérer; & sans cela, il n'y a plus rien de certain, on risque d'attribuer à un corps des propriétés qui n'appartiennent qu'aux parties dont il est accidentellement souillé.

L'eau & la matière de la chaleur ont été considérés par les Anciens presque comme de simples véhicules de fluidité, qui servoient à mettre en jeu les affinités des autres corps, sans exercer eux-mêmes aucune affinité: on a reconnu l'erreur de cette opinion; l'eau agit quelquefois par elle-même, quelquefois par ses élémens, & sa présence influe sensiblement sur la qualité des produits; la matière de la chaleur a aussi ses attractions électives, dont la force peut faire équilibre à une partie d'une autre puissance; il est donc indispensable d'en faire état, quand ce ne seroit que pour retrouver les conditions de l'opération.

Ce sont, dit très-bien M. Lavoisier, des défauts essentiels de nos Tables d'affinités, de ne faire entrer pour rien ni les effets de la chaleur, ni ceux de l'attraction de l'eau, ou même de sa décomposition; leur division en deux parties, l'une pour la voie humide, l'autre pour la voie sèche, ne remédie que très-imparfaitement au premier de ces inconvéniens: pour obtenir des Tables rigoureusement d'accord avec l'expérience, il faudroit, pour ainsi dire, en former une pour chaque degré du Thermomètre. *Mém. de l'Acad. R. des Sciences*, *ann. 1782*, *pag. 532.*

Le Chymiste doit porter son attention jusqu'à la matière des vaisseaux qui servent à contenir les mélanges, à l'air qui les environne, aux corpuscules qu'il entraîne, aux fluides gaseux dont il peut être chargé; ce qu'il a analysé la veille se trouve recomposé le lendemain; pendant qu'il transvase, la nature opère spontanément des mixtions qui le trompent, s'il ne sait pas s'en défier, s'il n'a pas l'œil à tout; s'il ne se représente pas tous les corps voisins comme étant mis en mouvement par des affinités étrangères à celles qu'il étudie, & le temps comme la mesure des progrès de leur action.

2°. La connoissance exacte de la quantité n'est pas moins importante que celle de la qualité des matières. Bergman a observé que dans la plus simple des expériences d'affinité, c'est-à-dire, dans la précipitation d'une substance par une autre, la quantité influoit sensiblement sur les résultats; que les corps A & C étant unis, par exemple, il falloit, pour rompre complètement l'union, employer le double, le triple, même le quadruple de ce qui eût été nécessaire de la substance B, pour saturer A dans l'état de liberté (*Dissertat. XXXIII*, §. *10*). Le célèbre Kirwan a conclu de ses expériences, que l'attraction d'affinité & l'accroissement de densité qui en résulte, dépendoient tellement des proportions, que le point de saturation étoit le *maximum* de densité & le *minimum* de l'attraction sensible de l'une des substances; & qu'ainsi, toute décomposition opérée par un troisième corps, qui avoit plus d'affinité avec une des parties du composé qu'avec l'autre & qu'elles n'en avoient entre elles, *ne pouvoit être complète* si le *minimum* de l'affinité de ce troisième corps n'étoit plus fort que le *maximum* de l'affinité des substances précédemment combinées (*Transf. philosf. vol. 71*, *pag. 33*); c'est ce que nous avons cru pouvoir expliquer d'une manière plus simple par la différence des affinités d'un même corps dans l'union directe & dans la surcomposition. Mais comment résoudre ces problêmes, comment parviendra-t-on seulement à saisir les phénomènes qui y ont rapport, si l'on ne fait point état des quantités? C'est par elles qu'on est averti quand les sels sont avec excès de l'une de leurs parties composantes, quand la décomposition n'est que partielle, quand le précipitant s'unit au précipité, quand il y a à la fois échange & surcomposition; enfin, quand il y a accession de quelque matière étrangère à la préparation: ces circonstances intéressent si essentiellement les conséquences, que l'on peut tirer des expériences, que les meilleurs Chymistes comptent aujourd'hui pour rien toutes celles dans lesquelles on n'a pas pris soin de comparer la somme des produits à la somme des ingrédiens, & de rendre raison des augmentations ou des déchets. C'est pour cela qu'ils desirent une analyse exacte des sels & des composés les plus en usage, comme devant servir de base fondamentale à ces calculs.

La quantité n'est pas toujours suffisamment déterminée par le poids absolu; dire qu'on a employé une once d'acide vitriolique ou de dissolution de potasse, c'est ne rien spécifier, si on n'ajoute le degré de concentration correspondant à l'échelle d'un pèse-liqueur comparable, & la température qui change le rapport du volume à la masse.

3°. Quand on est parvenu à s'assurer de la qualité & de la quantité de chaque matière, on a rempli deux conditions essentielles, mais il en est une troisième qui n'est pas moins importante pour éviter les méprises & les fausses conclusions des expériences; c'est de connoître la manière d'agir de ces matières, ou les puissances d'affinité qu'elles exercent dans l'opération dont il est question. Quelquefois un sel neutre agit comme tel, quelquefois c'est un de ses principes qui se sépare pour entrer dans une combinaison dont l'autre est exclus: on sent quelle différence il en doit résulter pour la détermination des affinités. La plupart des sels formés d'un acide & d'un alkali se dissolvent facilement dans l'eau, quelques-uns s'unissent à l'alcohol, mais il n'y a nul rapport de cette foible attraction à celle que leurs parties composantes libres manifesteroient avec les mêmes

fluides ; il faut donc pour-lors considérer l'affinité respective de l'acide & de l'alkali comme nulle & enchainée par la saturation réciproque, & ne s'occuper que de l'affinité du composé lui-même.

C'est ainsi que, dans les surcompositions des sels par l'excès d'un de leurs principes, cet excès n'est retenu que par une force très-inférieure à celle qui les unit au point de saturation. De là vient, comme je l'ai dit, que l'eau précipite le spat pesant dissous dans l'excès de son acide, de même que le vitriol calcaire & le vitriol de plomb, suivant l'observation du D^r. Withering.

Si on verse de l'alkali caustique dans une dissolution d'acète barotique porté à l'état de sel crystallisable, il y a un précipité ; c'est ce dont je me suis assuré, en employant la potasse dissoute par l'alcohol, qui, par conséquent, ne pouvoit être soupçonnée de tenir ni terre siliceuse, ni acide méphitique; mais la décomposition n'est que partielle, j'en eus la preuve, en ce que la liqueur ainsi précipitée & chargée d'alcohol de potasse par surabondance, ne décomposa pas moins sur-le-champ le vitriol de soude. L'alkali caustique n'avoit donc opéré que la séparation de la portion de terre barotique excédente à la saturation, dont l'affinité étoit conséquemment dans un degré inférieur. Cette observation peut servir à éclaircir les doutes que les expériences du D^r. Withering avoient fait naitre sur le rang que Bergman donne au barote, avant les alkalis fixes, dans les colonnes de la plupart des acides, comme dans celle de l'acide vitriolique. *Philos. Transact. 1784, pag. 300.*

Ce que nous disons des sels doit s'appliquer à bien d'autres composés; nous avons vu que dans quelques opérations on n'avoit à tenir compte que de l'affinité de l'eau comme telle, que dans d'autres il falloit faire état des affinités de ses parties composantes ; ce qui donnoit lieu à des phénomènes qui différoient comme les résultats de ces calculs : il n'est pas étonnant que l'on n'ait pu trouver aucune explication satisfaisante de ces différences jusqu'à la démonstration de son analyse.

L'attention à observer notre seconde règle conduira naturellement à la découverte de cette multiplication de puissances, par la nécessité de retrouver les quantités, ou de rendre raison de la diminution & de l'augmentation du poids total, avant que de prononcer avec certitude sur les conséquences des faits.

4°. L'ordre d'affinité indiqué par quelques essais, lors même qu'ils sont soutenus de l'analogie, ne doit être établi comme certain qu'après qu'il a été confirmé par plusieurs faits corrélatifs ; il arrive fréquemment que ce premier jugement se trouve démenti par l'expérience combinée pour en acquérir une seconde preuve, il faut alors tenter d'autres procédés pour découvrir de quel côté est l'anomalie apparente: la vérité n'est ici que le résultat de l'accord de tous les phénomènes.

Souvent ces phénomènes sont obscurs & peu déterminés, au point qu'il est difficile même de juger s'il y a véritablement échange ou décomposition ; alors (dit Bergman) le Chymiste doit s'aider de tous les moyens possibles : la connoissance de la saveur des différentes substances, de leur volatilité, de leur odeur, de leur forme, de leur couleur, de leur solubilité dans l'eau, dans les acides, dans l'alcohol, de leur disposition à la déliquescence ou à l'efflorescence, les propriétés qui paroissent les moins importantes, tout devient utile dans ces occasions. C'est dans le choix de ces moyens que se montre la sagacité, lorsque sans grands appareils, sans préparatifs recherchés, par les opérations les plus simples prises dans la nature des choses, on parvient, comme l'industrieux Scheele, à dévoiler de grandes causes par de petits effets.

5°. Celui qui desire les progrès de la science, doit encore s'imposer la loi de décrire avec la plus scrupuleuse exactitude toutes les circonstances, soit de la préparation, soit des résultats de ses opérations; celles qui nous paroissent à peine dignes d'être relevées, celles que nos opinions nous persuadent de regarder comme des accidens, peuvent devenir des traits de lumière pour nos descendans, en possession de quelque nouveau principe qui leur en découvre la valeur, ou désabusés du systême qui nous en déroboit la vraisemblance. Une expérience dont la narration est fidelle & exacte, est souvent bien moins utile par les argumens qu'elle fournit à l'observateur, que par les détails les plus étrangers à son objet ; ce sont des matériaux dont il ignore le prix, mais qui trouveront tôt ou tard leur place quand l'édifice sera assez élevé pour les recevoir.

C'est dans les descriptions que Hales nous a laissées de ses laborieux Essais, que la Chymie moderne a pris les premières notions des fluides aériformes qu'il n'a pas connus lui-même. Dans la plupart des expériences sur lesquelles Meyer a fondé l'existence de son *acidum pingue*, nous voyons maintenant très-distinctement les effets de la présence ou de l'absence de l'acide méphitique. Il s'en faut bien que le travail de Bergman, pour déterminer la quantité de phlogistique contenu dans les métaux, soit perdu pour ceux qui n'admettent pas l'hypothèse de Stahl; ils en tirent des conséquences directes, pour déterminer les affinités de l'air vital, principe acidifiant. Je pourrois rapporter mille exemples semblables ; il en est un qui paroitra peut-être assez frappant pour qu'on ne me soupçonne pas d'autre motif de le citer : les faits que j'ai rassemblés, il y a quinze ans, sur l'augmentation de poids des métaux privés de leur phlogistique, fournissent aujourd'hui à M. Lavoisier quelques données sur les quantités de substance oxygine qu'ils prennent par les divers procédés de calcination. *Mém. de l'Acad. R. des Sciences, ann. 1782, pag. 524.*

6°. Enfin, on doit aspirer à donner aux affinités des expressions qui ne se bornent pas à régler l'ordre de trois substances entre elles, mais qui puissent être portées dans le calcul de toutes les forces qui concourent dans une même opération : jusques-là ce ne sont que des échelons disposés pour arriver sûrement; un tableau qui représente les valeurs respectives de

toutes ces puiſſances, voilà le but qu'il faut ſe propoſer. J'ai donné aſſez d'exemples de ces expreſſions numériques, & j'ai indiqué la manière de les déduire d'abord de quelques obſervations bien conſtatées, de les eſſayer par des applications à des cas différens, de les modifier juſqu'à ce qu'elles conviennent à tous les phénomènes. L'uſage des ſymboles de Bergman ſera ici d'un grand ſecours pour ſe familiariſer avec ces jeux d'affinité; on a déjà pu remarquer avec quelle netteté ils expliquent ce qui ſe paſſe dans les affinités doubles; il n'y a pas à douter qu'ils ne puiſſent ſervir de même, & ne deviennent encore plus néceſſaires lorſqu'il y a concours de plus de quatre ſubſtances : c'eſt ce que M. Wiegleb a déjà exécuté d'une manière auſſi ſimple qu'ingénieuſe, ſoit en ſous-diviſant l'eſpace intérieur de ces figures par d'autres accolades, ſoit en plaçant des traits de liaiſon entre les diverſes ſubſtances qui s'uniſſent dans l'opération (1).

Après cela, les expériences ſur les adhéſions des ſurfaces pourront fournir, avec les précautions que j'ai indiquées, de nouveaux termes de comparaiſon pour apprécier les valeurs hypothétiques, & même donner de premières approximations dans les cas qui, comme ceux des alliages, laiſſent peu de priſe à l'obſervation des degrés d'affinité. Le Chymiſte Philoſophe ne négligera pas non plus dans l'occaſion pluſieurs phénomènes, qui, quoiqu'appartenant plus immédiatement à la Phyſique, participent encore de l'affinité; qui ſervent du moins à annoncer les changemens qu'elle a produits, tels que la chaleur ſpécifique, la denſité, la faculté conductrice du fluide électrique, le magnétiſme, l'aſcenſion des liqueurs dans les tubes capillaires, leur différent pouvoir réfringent, &c. &c. Mais rien ne contribuera davantage à agrandir dans cette partie la ſphère de nos connoiſſances, que les deux principes que j'ai cru pouvoir conclure, à la fin du IVe. paragraphe, de toutes les données actuelles ſur les rapports des degrés d'affinité avec les quantités néceſſaires à la ſaturation; ſi ces deux propoſitions reçoivent une pleine confirmation des expériences qui reſtent à faire pour les vérifier, on aura déſormais deux routes ouvertes pour arriver au même but; les Tables de précipitation & les analyſes pour les doſes ſe prêteront un mutuel ſecours, & il y aura peu de problèmes dont un travail induſtrieux & conſtant ne puiſſe alors donner la ſolution. Autant les généralités nuiſent aux progrès de la Philoſophie naturelle lorſqu'on les déduit de quelques légers apperçus, lorſqu'on leur accorde une confiance prématurée ou trop entière; autant elles les favoriſent quand on ne les fait ſervir qu'à diriger de nouvelles recherches.

AFFION. (*Pharm.*) Quelques Auteurs donnent ce nom à l'*opium*. C'eſt auſſi celui d'une eſpèce de pâte ou électuaire dont on fait uſage dans les Indes orientales pour s'exciter à la férocité ou aux plaiſirs de l'amour, & dans lequel il entre de l'opium. Il en eſt fait mention dans les Ephémérides des Curieux de la nature, A. II, *obſ. 69*.

AFFORMAS. Terme employé par quelques Chymiſtes pour déſigner le verre. *Rulandus*, *Johnſon*, *Caſtellus*.

AFFRENGI. Quelques Alchymiſtes ont entendu ſous ce nom la chaux de plomb rouge.

AFFROS. Ce mot ſe trouve dans quelques Livres de Chymie au lieu d'*écume*; il vient du grec ἀφρος. On en a tiré l'adjectif AFFROTON, *écumeux*.

AFFUSION. Ce mot qui eſt tiré du latin *affundere*, *affuſio*, exprime l'action de verſer une liqueur dans une autre, ou même ſur un corps concrèt. Les Chymiſtes ont commencé à l'employer depuis quelque temps, & loin de blâmer leur hardieſſe, on doit leur ſavoir gré de nous avoir donné un terme devenu néceſſaire en bien des occaſions, & ſur-tout dans les deſcriptions ſi fréquentes des effets des réactifs. Le mot *addition* étoit impropre, parce qu'on n'ajoute pas quand on n'a encore rien mis; il étoit équivoque, parce qu'il confondoit la première & la ſeconde affuſion, & même celle qui auroit eu pour objet de reprendre ou de décompoſer le premier réactif; il n'y avoit donc d'autre reſſource, pour parler clairement, que d'uſer de circonlocutions comme dans cette phraſe: *ſi l'on verſe de l'alcohol gallique dans l'eau ferrugineuſe, elle devient de couleur pourpre, &c.* En remplaçant le premier membre par le mot *affuſion*, le diſcours ſera plus clair, plus concis & même moins monotone, parce que la répétition des mots n'eſt jamais auſſi déſagréable que la répétition des tournures. En général ce n'eſt pas dans les ſciences que l'on doit craindre le néologiſme, ceux qui les traitent ne peuvent avoir d'autre prétention dans leur langage que la juſteſſe & la clarté; obligés d'exprimer des idées qui ne peuvent recevoir leurs nuances de l'imagination des Lecteurs, les termes uſités ne leur ſuffiſent pas toujours pour les faire entendre; il faut bien alors qu'ils aient le droit de créer des ſignes pour les communiquer. *Voyez* RÉACTIF.

AFFUSION. (*Pharm.*) Ce mot eſt employé en Pharmacie pour exprimer l'action de verſer une li-

(1) *Handbuch der Chemie*, *&c.* §. 460. J. Beguin, Chymiſte François, paroît avoir eu la première idée de cette diſpoſition ſynoptique des parties d'un compoſé qui paſſent à une nouvelle combinaiſon; on voit dans ſes Elémens imprimés à Paris en 1608 (*liv. 2*, *chap. 12*), qu'il s'en ſervoit très-bien pour démontrer l'erreur de ceux qui penſoient que la poudre émétique, ou d'algeroth, provenoit du mercure, parce qu'on employoit, dans ſa préparation, le mercure ſublimé.

queur chaude ou froide sur quelques substances dont on veut extraire un principe médicamenteux : cette opération est instantanée ; ainsi, elle diffère de l'infusion qui indique toujours un temps plus ou moins long. L'affusion est le plus ordinairement suivie de l'infusion ; mais quelquefois elle suffit seule, & elle convient quand il s'agit uniquement d'extraire un principe médicamenteux facilement soluble, peu adhérent ou fugace, ou bien quand il suffit d'avoir une liqueur légèrement chargée du principe médicamenteux. Ainsi, pour corriger la saveur & l'odeur désagréable d'une potion purgative, on la verse chaude sur du cerfeuil, ou du fenouil frais & haché. Cette simple affusion suffit pour entraîner la partie aromatique des plantes. D'autres fois on prépare des boissons par simple affusion de la manière suivante. Dans un entonnoir garni d'un filtre, on met quelques pincées de menthe, de mélisse ou de quelque autre plante aromatique, on y verse demi-livre d'eau chaude, & on recouvre l'entonnoir avec un disque de verre ; la liqueur qui se filtre sur-le-champ forme une boisson légère, agréable & chargée de la partie odorante des plantes.

On fait également une affusion de vin sur de l'absinthe, de petit-lait sur le cresson, le cochlearia pilés, ou sur quelqu'autre plante anti-scorbutique, dont le principe est volatil & facilement soluble.

AFRAGAR. Rouille des métaux en général & particulièrement la rouille ou chaux de cuivre.

AFROB. C'est une des dénominations que les Alchymistes donnent au plomb ; *corpus immundum*, disent Rulandus & Johnston.

AGALLOCHUM. (*Pharm.*) Bois résineux, aromatique, pesant, d'une saveur agréable, balsamique, légèrement amère, ainsi nommé par Dioscoride, désigné ensuite par Aëtius & Actuarius sous le nom de *Xil-Aloès*, par les Arabes sous celui d'*Agalugen*, *Agalugi*, & plus ordinairement connu dans le Commerce & les Pharmacies sous le nom de BOIS D'ALOÈS. *Voy. ce mot.*

AGAR veut dire *chaux*, suivant Johnston.

AGARIC. (*Pharm.*) On connoît en Pharmacie, sous le nom d'Agaric, trois substances très-différentes par leurs propriétés, l'usage & les préparations qu'on doit en faire.

§. I. L'AGARIC ou AGARIC BLANC, Ἀγαρικὸν des Grecs, est un fungus qui croît sur le tronc des vieux Mélèzes qui cessent de fournir de la thérébentine. Les anciens Ecrivains étoient fort incertains sur la nature de cette substance ; tous reconnoissoient bien qu'elle appartenoit au règne végétal ; mais les uns la regardoient comme une excrescence accidentelle, formée par l'extravasion des sucs sèveux de l'arbre, d'autres comme une sorte de fruit, quelques-uns comme une racine. Aujourd'hui les Botanistes rangent l'Agaric dans la classe des plantes cryptogames, Linné l'a décrit sous le nom de *Boletus Laricis*, le Bolet du Mélèze.

Les Pharmacologistes disent que l'Agaric est ainsi nommé, parce qu'au rapport de Dioscoride on le tiroit d'un canton de la Sarmatie, nommé Agarie ou Agrie. Quoi qu'il en soit, on trouve l'Agaric dans tous les endroits où le Mélèze croit abondamment. On estime sur-tout celui qui vient du Levant, de la Tartarie, de la Sibérie ; mais celui qui est le plus ordinairement dans le Commerce vient principalement de la Sicile, des Alpes, du Dauphiné ; on le trouve en masses arrondies depuis le volume d'un œuf jusqu'à celui du poing, & même plus. On doit choisir pour l'usage pharmaceutique celui qui est blanc, léger, spongieux, friable, facile à casser, sans odeur désagréable & d'un tissu uniforme. On doit rejeter comme mauvais celui qui est dur, ligneux, fibreux, pesant, compact, carié, d'une couleur grise, brune ou noirâtre.

« Il n'est pas inutile de savoir, dit M. Lieutaud, » qu'on peut donner à la racine de Bryone un aspect » d'Agaric, & que cette fraude n'est pas rare dans » le Commerce ; mais, comme le remarque fort bien M. Baumé, cette substitution est trop grossière pour que les gens de l'Art puissent y être trompés. En effet, outre les caractères extérieurs que nous avons indiqués pour reconnoître l'Agaric, cette substance a une saveur particulière qui la fait aisément distinguer.

Lorsqu'on met à la bouche un morceau d'Agaric, on y trouve d'abord une saveur douce, mais bientôt on y reconnoit une amertume assez marquée & un goût nauséeux ; & si on continue à mâcher de l'Agaric, on éprouve à la gorge une sorte de chaleur qui oblige de cracher souvent ; effets qui indiquent manifestement une action stimulante sur les organes.

L'analyse, s'il en étoit besoin, serviroit aussi à faire reconnoître l'Agaric, & à le distinguer de toute autre substance. L'infusion de l'alcohol tire de l'Agaric une grande quantité d'une résine âcre & nauséeuse, l'infusion aqueuse ne se charge que d'une petite quantité de parties extractives. *Voy.* ALCOHOL & EXTRAIT.

L'usage de l'Agaric est fort ancien dans la Médecine. Les premiers Grecs le recommandent beaucoup, sur-tout dans les maladies de la tête, l'épilepsie, l'asthme, la sciatique, enfin, dans toutes les maladies qu'ils croyoient dépendre de l'abondance de la pituite, ils l'employoient aussi comme alexitère, & c'est à ce titre que Galien conseille d'en faire prendre un gros délayé dans du vin, contre les morsures des animaux venimeux ; il en recommandoit aussi l'usage topique dans ce cas. Avicenne regardoit l'Agaric pris à petite dose comme un très-bon incisif ; cependant, le plus grand nombre des Médecins Arabes l'employoit comme purgatif & évacuant des humeurs séreuses & pituiteuses ; c'est d'après ces différentes

propriétés attribuées à l'Agaric, qu'on l'a fait entrer dans quelques compositions officinales alexitères, & dans un plus grand nombre d'autres compositions officinales purgatives. Aujourd'hui il est peu usité dans les compositions cliniques; cependant, quelques Praticiens le prescrivent encore à la dose d'un ou deux gros dans les infusions ou décoctions purgatives; mais on ne l'emploie pas, & on ne doit jamais l'employer seul à titre de purgatif, ni en décoction, ni sous forme de bol, & encore moins en poudre. 1°. Comme il contient beaucoup de résine, les décoctions seroient fort infidelles & la dose du remède fort incertaine; 2°. si on le prescrivoit à titre de purgatif & sous forme de bol, il faudroit le donner au moins à la dose d'un gros & demi ou deux gros, ce qui feroit une masse assez considérable; mais outre le désagrément du volume, comme la résine est âcre & peu soluble dans l'estomac, elle adhère à ses parois, excite toujours des nausées, souvent des douleurs très-vives & la superpurgation; 3°. si on le donne en poudre, il s'arrête dans la gorge, y excite une chaleur insupportable, qui, dit M. Venel, va quelquefois jusqu'à l'inflammation & à des nausées. Ces inconvéniens ont fait penser aux Anciens que l'Agaric avoit besoin de quelques correctifs, & c'est dans ces vues qu'on a imaginé la préparation connue en Pharmacie sous le nom de TROCHISQUES D'AGARIC. *Voy. ce mot.*

La pulvérisation de l'Agaric exige quelques précautions que nous indiquerons à l'article *Trochisques*, nous ferons seulement remarquer ici que ceux qui pilent ou tamisent une certaine quantité d'Agaric sans avoir l'attention d'éviter la poussière fine que le mouvement en dégage, éprouvent des picotemens au nez, aux yeux, à la gorge, souvent des éternuemens, un larmoiement, quelquefois de la toux, de l'oppression, un sentiment de chaleur qui dure plusieurs heures; nous rapportons ici ces faits, pour faire sentir quel est l'effet stimulant de l'Agaric, & combien l'usage de ce remède mérite l'attention du Médecin.

Nous terminerons ce paragraphe en observant que l'Agaric, lorsqu'il est à l'abri de la poussière, de l'humidité & des insectes, peut se conserver plusieurs années sans que ses propriétés soient sensiblement altérées. Jacq. Sylvius dit qu'il peut se conserver cinq ans.

§. II. L'AGARIC DE CHÊNE, *Boletus igniarius*, *Linn.* est un fungus qui croit non-seulement sur le tronc des vieux chênes, mais encore sur celui de beaucoup d'autres arbres, tels que l'amandier, le noyer, le bouleau, le hêtre, &c. Pour l'usage que l'on en fait, tous ces fungus sont également bons lorsqu'ils sont mols, spongieux & bien préparés; aussi il nous paroit plus convenable de désigner cette espèce d'Agaric, sous le nom *d'Agaric spongieux*, ou *Amadouvier*: dénomination qui a été employée par quelques Ecrivains, parce que depuis très-long-temps ces Agarics servent à la préparation de l'amadou.

Ce n'est que depuis 1750 que l'Agaric spongieux est connu dans la matière médicale & préparé dans les Pharmacies. M. Brossard, Chirurgien François, le proposa comme un topique propre à arrêter sûrement & facilement les hémorragies des plus gros vaisseaux; des épreuves multipliées après des opérations de l'anévrisme & des amputations de membres, en ayant confirmé l'efficacité, méritèrent à l'Auteur une récompense du Gouvernement; depuis ce temps l'Agaric spongieux a été généralement employé sinon comme un spécifique, au moins comme un moyen avantageux dans plusieurs cas d'hémorragies.

Végétant sur le tronc des vieux arbres, l'Agaric est composé de deux substances très-différentes; l'une blanche, dure, ligneuse, en fait l'écorce; l'autre intérieure est jaunâtre, molle, flexible, pliante comme de la peau. On doit cueillir ces fungus au mois d'Août ou de Septembre; & lorsqu'ils sont secs, la préparation consiste à détacher soit avec un couteau, soit avec une scie, l'écorce dure & ligneuse; on ne conserve que la substance molle, si elle est fort épaisse, on la partage avec un couteau en lames de trois ou quatre lignes d'épaisseur, puis on la bat avec un marteau sur un billot de bois, & de temps en temps on la frotte entre les mains, & on continue à la battre, à la frotter jusqu'à ce qu'elle ait acquis une souplesse, une mollesse spongieuse, & qu'elle se déchire avec facilité.

Quelques Pharmaciens ont cru inutile de commencer par enlever l'écorce de l'Agaric, pensant que l'écorce se brisant sous le marteau, s'en sépareroit en poudre; mais nous croyons, avec le savant Traducteur de la Pharmacopée de Londres, qu'il vaut mieux détacher cette écorce avec un couteau. On a conseillé aussi d'employer un marteau de fer, mais on se sert également d'un marteau de bois, & le point essentiel consiste à donner à l'Agaric la mollesse, la souplesse la plus grande.

L'Agaric a été mis, par le plus grand nombre des Pharmacologistes, dans la classe des médicamens styptiques & astringens; mais il n'est ni l'un, ni l'autre. Les Chirurgiens qui ont eu occasion de s'en servir, ont observé depuis long-temps que ses effets sont purement méchaniques. C'est un corps spongieux qui adhère facilement aux parties sur lesquelles on l'applique, qui se moulant exactement à la forme des parties, permet une compression égale; aussi tous les corps spongieux produiront-ils le même effet, & M. Baumé remarque fort bien que « les Chirurgiens qui » ont fait des essais sur différentes matières pour arrê- » ter le sang, ont remarqué que la raclure de cha- » peau & la laine cardée au point d'être presque » réduites en poussière, produisent les mêmes effets » que le fungus de chêne; mais cette dernière subs- » tance est préférée à cause de la commodité de se » la procurer. » *Voyez les mots* ÉPONGE, LYCOPERDON.

L'efficacité de l'Agaric spongieux dépend beaucoup de sa préparation, & encore plus de la manière dont il est appliqué, dont il est soutenu; ces détails appartiennent au *Dictionnaire de Chirurgie*, nous nous

bornons à faire remarquer que l'usage de cet Agaric doit être borné à l'extérieur, qu'il seroit très-dangereux de le donner intérieurement en substance, il se boursouffleroit probablement dans l'estomac, & donneroit lieu à des accidens graves. L'infusion ou la décoction seroit au moins inutile, si elle n'étoit pas nuisible.

Pour conserver l'Agaric spongieux, il ne suffit pas de l'enfermer dans du papier ou dans une boîte, il seroit bientôt mangé des insectes, & seroit réduit en petits morceaux sans consistance & sans vertus; il faut le mettre dans un bocal de verre bien bouché, le tenir dans un endroit sec; peut-être même pour en écarter plus sûrement les insectes, il conviendroit de mettre dans le bocal un morceau de camphre, ou un papier enduit d'huile de thérébentine.

§. III. Agaric minéral. *Moëlle de pierre*. On a donné ce nom à une substance calcaire, blanche, légère, friable, qui se trouve dans les carrières, quelquefois pelotonnée en forme de fungus, d'autrefois en poudre très-fine. Le Codex de Paris indique cette substance sous le nom d'Agaric minéral, & la place au nombre des substances simples officinales. Ettmuller en recommandoit l'usage pour arrêter les hémorragies des plaies. Fred. Hoffman l'indique à la dose d'un scrupule à deux comme un remède pour augmenter le lait des Nourrices; mais cette terre purement calcaire ne diffère pas de la craie en poudre, & c'est tout au plus un absorbant. *Voyez ce mot.*

On a aussi donné le nom *d'Agaric du Sureau*, *Agaric de Juda*, à un fungus qui nait sur le tronc des vieux sureaux. On le connoit le plus ordinairement sous le nom d'Oreille de Judas. *Voyez ce mot.*

AGATE. (*Pharm.*) L'Agate nommée par les Grecs & les Latins *Achates*, parce que, disent les Ecrivains, on la trouva la première fois en Sicile près le fleuve Achates, est une pierre siliceuse, demi-transparente, souvent teinte de différentes couleurs & de différentes nuances.

On a attribué à cette pierre beaucoup de vertus médicinales. Les uns ont dit qu'elle étoit cordiale, alexitère, fortifiante, antispasmodique; d'autres ont ajouté qu'elle étoit bonne contre les morsures des Scorpions, des Araignées, qu'elle guérissoit la douleur de tête, les fluxions sur les yeux, les hydropisies; quelques-uns se sont bornés à la considérer comme propre à arrêter les évacuations trop abondantes. D'après tant de propriétés attribuées à l'Agate, on en a fait différentes préparations pharmaceutiques.

Aetius (*Tetrabl. IV*, *serm. III*,) décrit un emplâtre d'Agate qu'il dit excellent, pour déterminer promptement la suppuration dans les tumeurs froides, indolentes, efficace dans les écrouelles, & contre les morsures des Scorpions & des Vipères. Cet emplâtre si vanté par Aetius doit être fait avec colophône quarante-huit gros, cire & résine de pin, de chacune huit onces, huile trois onces: ces substances étant liquefiées, on y ajoutoit Agate préparée cinq onces.

La préparation indiquée par Aetius consiste à choisir des Agates couleur de peau de lion, à les faire rougir au milieu des charbons, & lorsqu'elles sont refroidies, on les pile & on les réduit en poudre très-fine.

On a aussi recommandé l'usage intérieur de l'Agate; mais cette pierre siliceuse étant insoluble par les sucs digestifs, ne peut agir sur l'estomac & les intestins que comme un irritant méchanique, & quelque bien porphirisée que puisse être l'Agate, on doit en redouter les effets. Ces considérations n'ont point échappé aux Médecins attentifs, elles ont fait abandonner depuis long-temps toutes les préparations de l'Agate; elle est cependant encore indiquée dans quelques Pharmacopées modernes au nombre des substances officinales; mais assurément le meilleur usage que l'on puisse en faire en Pharmacie, est de l'employer pour faire des mortiers; ils sont aussi inattaquables & moins fragiles que ceux de verre.

AGENT. On se sert généralement en Physique de cette expression pour désigner un principe que l'on considère comme étant par son action la cause de quelque effet; l'Agent est donc proprement le sujet de cette cause, & dans ce sens il n'y a point de phénomène dont on ne puisse dire qu'il dépend de tel Agent. Il y a dans la nature, dit Newton, des Agens capables d'unir les particules des corps par les plus fortes attractions, & c'est à la Philosophie expérimentale à découvrir ces Agens. *Opt. liv. III, quest. 31.*

Tous les Agens ne sont pas connus sans doute, & c'est de là que l'on part ordinairement pour s'autoriser à en créer d'imaginaires; car c'est à la faveur de ce mot que le charlatanisme fait recevoir tant de chimères, & parvient même à leur donner quelques momens d'existence dans l'opinion de gens crédules, & qui, manquant de courage ou de facultés pour acquérir la science par l'étude, embrassent d'autant plus avidement celle qu'on leur présente comme une sorte de révélation.

Les anciens Chymistes affectoient le nom *d'Agent* à certains corps dont les effets étoient plus rapides ou plus violens, tels que les acides, les caustiques, les corrosifs, &c. mais on a reconnu que la distinction des substances en actives & passives n'avoit aucun fondement (*voyez* Action); on tient aujourd'hui que toute matière est un Agent chymique, parce qu'il n'y en a point qui n'ait ses affinités, qui ne soit susceptible de combinaison, & que toute combinaison procède d'une action réciproque. Lors donc qu'on emploie ce mot *Agent*, ce n'est plus que pour indiquer, sans désignation spéciale, une matière quelconque qui ait l'affinité nécessaire pour remplir l'objet que l'on se propose; ou quand on donne à une matière connue la qualité d'Agent dans l'explication d'une opération, on n'entend dire autre chose sinon qu'elle exerce une des affinités les plus

plus puissantes, qu'elle décide l'action par la condition de la fluidité ou autre circonstance semblable, & toujours sans exclure l'action réciproque des autres corps. *Voyez* AFFINITÉ & DISSOLUTION.

AGGLUTINANS, AGGLUTINATIFS. (*Pharm.*) On trouve très-fréquemment dans les Ouvrages de Médecine, de Chirurgie & de Pharmacie le mot *Agglutinans*; il y est toujours employé pour désigner un genre de remèdes, mais souvent il est employé dans des sens différens, & cette variété de significations attachées à un mot a répandu beaucoup d'obscurité sur l'objet qu'on vouloit exprimer.

1°. Paul d'Egine, *lib. VII*, désigne sous le nom d'Agglutinans, *Anacollemata*, des remèdes d'une nature visqueuse & collante, qui, dans les affections des yeux, s'appliquent aux tempes & sur le front. J. Gorris, qui a traduit l'expression de Paul par le mot *Agglutinamenta*, dit que ces remèdes sont composés de substances qui ont la faculté de coller, de resserrer, de raffraîchir & de dessécher : telles sont la fleur de la farine, la manne, la terre de famos, la mirrhe, l'acacia & l'opium incorporés avec un blanc d'œuf. Ce genre de topique indiqué par Paul d'Egine pour remédier aux fluxions sur les yeux, a été aussi employé au traitement des plaies récentes, même des ulcères & de quelques autres affections locales, dans l'intention de prévenir la fluxion & de fortifier la partie ; par la suite on a connu plus particulièrement ces sortes de remèdes topiques sous le nom de *défensifs*, parce qu'on leur attribuoit la propriété de défendre la partie & de la prémunir contre l'affluence des humeurs.

2°. Les anciens Ecrivains entendent le plus ordinairement sous le nom d'Agglutinans ou Collétiques des remèdes qu'ils croyoient propres à favoriser l'agglutination ou collement des parties récemment divisées. Ils les appliquoient sur les plaies, ils en conseilloient également l'usage intérieur pour épaissir les liqueurs & faciliter la soudure des vaisseaux ouverts. Ils comptoient au nombre des Agglutinans toutes les substances visqueuses, telles que les gommes adragant, arabique, les graines de psylium, de lin, les racines de consoude, les gelées animales, la colle de poisson, le blanc d'œuf, &c. Ils y ajoutoient quelques plantes légèrement astringentes, telles que la mille-feuille, la pimprenelle, la quinte-feuille, la sanicle, &c. souvent des résines, la thérébentine, ou des gommes-résines, telles que la mirrhe, l'oliban, le sang de dragon, &c. Mais l'agglutination ou réunion des parties divisées par quelque cause accidentelle, n'est opérée que par les sucs limphatiques & glutineux, que les petits vaisseaux rompus versent sur les lèvres de la division ; c'est entièrement l'ouvrage de la nature, & il ne paroît pas que ces remèdes agglutinans puissent la favoriser. En effet, pris intérieurement, l'action de l'estomac & des sucs digestifs détruit leur qualité visqueuse ; ainsi, ils ne peuvent porter dans les vaisseaux un principe glutineux, ils ne peuvent donner à la limphe plus de glutinosité. Appliqués extérieurement, dit M. Venel, ils nuisent plutôt qu'ils n'aident à la consolidation ; car pour qu'une plaie fraiche se réunisse, il suffit que ses lèvres se touchent, & si ces remèdes s'y insinuoient, ils produiroient l'effet d'un corps étranger qui empêcheroit le contact & par conséquent la réunion. D'après ces considérations, les Praticiens modernes ont entièrement rejeté l'idée que les Anciens attachoient à l'usage des remèdes visqueux & collans.

3°. Aujourd'hui on a conservé le nom d'Agglutinans, ou Agglutinatifs, à des compositions pharmaceutiques qui ont la propriété de coller & d'adhérer facilement & fortement à la peau. Les Chirurgiens se servent journellement de ces compositions dans le traitement des plaies; ils en couvrent des bandelettes, qu'ils collent sur les bords de la plaie, & qui, dirigées avec art, soutiennent & conservent les bords de la plaie dans un état d'approximation nécessaire à la réunion. Ce genre de remède topique a été désigné très-convenablement par quelques Auteurs modernes sous le nom d'*adhésifs* ou unissans. On doit distinguer deux sortes de topiques adhésifs ; les uns sont *emplastiques*, & principalement composés de substances résineuses ; les autres sont *glutinatifs*, & simplement composés de substances glutineuses, unies à quelque portion de gomme ou de résine. Nous indiquerons aux mots EMPLASTIQUES & GLUTINATIFS la composition, l'usage de ces remèdes, & les attentions particulières que l'on doit apporter dans leur préparation.

AGGRÉGAT, AGGRÉGÉ. Les Chymistes nomment ainsi un assemblage de molécules homogènes, réunies par l'aggrégation (*voyez ce mot*). Quand on porte dans une opération une certaine quantité de métal ou de tout autre corps solide, ou il a été réduit d'avance en parties subtiles, par la lime, la pulvérisation, &c. ou on l'emploie en gros morceaux comme il se rencontre ; on dit dans le dernier cas qu'il est *en masse d'Aggregé* : il importe quelquefois d'indiquer ces différences dans la description des procédés & des phénomènes des dissolutions.

AGGRÉGATION. C'est l'état d'union de plusieurs parties de matière, mais de parties semblables, ce qui la distingue essentiellement de la dissolution ou combinaison, qui est l'union de parties de nature différente. Ainsi, quand on unit un métal à un autre métal, ou un acide à un alkali, chacune de ces substances est proprement une des *parties constituantes* du composé, que l'on ne peut séparer sans détruire la composition ; au lieu que les parties aggrégées peuvent être désunies sans cesser d'être les mêmes, ou, si l'on veut, sans cesser d'être entières sous un moindre volume ; de là le nom de *parties intégrantes* qu'on leur a donné.

L'Aggrégation diffère encore de la combinaison, en ce qu'elle peut être rompue par un instrument méchanique, au lieu que la dernière ne cède jamais

qu'à un agent chymique. La lime qui réduit en parcelles un alliage d'or & d'argent, détruit réellement l'Aggrégation d'un grand nombre de ses parties; mais elle ne touche point à la composition, puisque la plus petite molécule qu'elle emporte est encore un alliage; au lieu que l'acide nitreux, par exemple, agissant chymiquement, s'empare de l'argent & laisse l'or absolument seul. Au reste, l'instrument méchanique le plus subtil, la pulvérisation même ne peut atteindre le terme extrême de division, il reste toujours plusieurs particules aggrégées, & si l'on parvenoit à en isoler une de celles que Macquer a très-bien nommées *molécules primitives intégrantes*, elle échapperoit à nos sens par sa petitesse.

Ce Savant observe que nous ne pouvons avoir une idée juste ni de la grosseur, ni de la figure, ni de la densité, ni de la dureté de ces parties, & cela est très-vrai; car on conçoit que des molécules très-dures peuvent former un Aggrégé fort mou, qu'il peut résulter une masse rare & spongieuse de l'Aggrégation de particules très-denses, &c. Mais je ne puis adopter sans restriction ce qu'il ajoute, *que les propriétés du corps aggrégé dépendent autant & peut-être beaucoup plus de la manière dont les particules intégrantes sont jointes les unes aux autres dans l'Aggrégation, que des propriétés essentielles de ces mêmes particules :* il est évident que l'Aggrégation d'une millième partie à la masse, ne s'opère pas d'une autre manière que l'Aggrégation des deux premières, & cependant elle ne produit plus aucun changement dans les propriétés physiques, si ce n'est par l'augmentation proportionnelle du poids & du volume; les propriétés chymiques, qui consistent essentiellement dans les affinités, n'en reçoivent en aucun temps la moindre altération.

L'Aggrégation a lieu aussi-bien entre les parties des corps simples, qu'entre les parties des composés ou surcomposés en quelque ordre que ce soit.

Elle a lieu pour les fluides comme pour les solides; le globule de mercure que l'on cesse de comprimer, reprend la forme que détermine la force aggrégative de ses parties; il en est de même quand deux gouttes d'eau viennent à se toucher.

Cette force aggrégative n'est autre chose que l'attraction que les molécules intégrantes exercent les unes sur les autres, & qui devient très-considérable au contact. L'Aggrégation tient donc à cette cause physique générale, de même que la gravitation, l'adhésion & la dissolution ou l'affinité. En traitant de cette dernière, j'indiquerai les principes qui les rapprochent & les phénomènes qui en forment les caractères particuliers; j'expliquerai en même temps ce qu'on doit entendre par *affinité d'Aggrégation*, comment cette force est augmentée ou diminuée par la température, & jusqu'à quel point il est vrai de dire qu'elle s'oppose à la combinaison. *Voyez* AFFINITÉ, §. II, §. III, sect. I, n. 1, sect. II, 4ᵉ. & 6ᵉ. *loix*, & sect. III, n. 2.

Suivant Newton, les plus petites particules de matière peuvent être unies par les plus fortes attractions; & composer de plus grosses particules dont la vertu attractive soit encore moins forte, & ainsi de suite, jusqu'à ce que la progression finisse par les plus grosses particules dont dépendent les opérations chymiques & les couleurs des corps naturels, & qui, jointes ensemble, composent des corps d'une grandeur sensible (*Opt. L. III, quest. 31*). Ce principe seroit bien opposé à celui qui a été avancé par quelques Chymistes, & que Macquer paroît avoir adopté lui-même, qu'*en rompant plus parfaitement l'Aggrégation des substances qui refusent de se combiner, on parviendroit peut-être à les unir* (*Dict.* au mot *Alliage*); car on ne peut douter que dans les combinaisons l'Aggrégation ne soit absolument rompue & les corps résous en leurs parties intégrantes; or, si la force aggrégative croissoit à mesure que la force de combinaison approcheroit de ce terme, l'action de celle-ci, au lieu de devenir plus efficace, se trouveroit à la fin tout-à-fait impuissante. Mais il est aisé de voir que l'opinion de ces Chymistes, que Macquer ne donne que comme une probabilité, porte uniquement sur l'observation de la plus grande facilité avec laquelle les corps s'unissent dans l'état fluide ou d'Aggrégation relâchée; & cette facilité n'influe que sur la durée, ou la quantité de l'effet dans un temps donné, & non sur la cause: s'il y a des phénomènes qui s'écartent de cette règle, ils dépendent d'une surcomposition qui produit de nouvelles affinités.

Pour ce qui est du principe de Newton, ce seroit abuser de ses termes que de vouloir les appliquer à l'Aggrégation de parties semblables; en indiquant *les plus grosses particules* comme les premiers élémens des opérations chymiques, il fait assez entendre qu'au delà de ce terme il n'est plus question de réunion de parties intégrantes, mais bien des compositions & surcompositions qui constituent les molécules primitives intégrantes.

Les corps que l'on précipite de leurs dissolvans ne se montrent pas en masse d'Aggrégé comme avant la dissolution; cependant, il s'en faut beaucoup que ce soit des parties intégrantes isolées, elles seroient insensibles à la vue : ce sont de très-petites masses formées d'un certain nombre de particules aggrégées; la limite de cette progression d'Aggrégation est marquée par l'instant où elles ont acquis le degré de pesanteur nécessaire pour vaincre la résistance du fluide. C'est ainsi que la terre siliceuse peut rester suspendue dans une liqueur saline, à la faveur de son extrême division; & que l'Aggrégation des crystaux des sels s'arrête à un certain point, lorsque l'alcohol les prive subitement de leur eau de dissolution. *Voyez* AFFINITÉ, §. IV, n. IV.

Les termes d'Aggrégation & de Cohésion sont employés fréquemment comme synonymes; cependant, le premier est plus spécialement affecté à la puissance qui résiste à l'attraction chymique, & le second à la résistance à la séparation par une force méchanique, c'est-à-dire à la dureté des corps solides & à la ténacité des fluides. *Voyez* COHÉSION.

AGNUS-CASTUS. (*Pharm.*) *Vitex Agnus-Castus*, *Linn.* Arbrisseau qui croît naturellement dans les lieux humides des Provinces méridionales de la France. On le trouve aussi dans la Caroline, en Italie, dans beaucoup d'autres endroits, & on l'élève facilement dans les jardins. Cet Arbrisseau étoit célèbre chez les Anciens, par la propriété qu'ils lui attribuoient de prévenir, d'éteindre les feux de l'amour, & de conserver la chasteté. C'est d'après cette propriété que les Grecs le nommoient *Agnos*; car, comme l'observe J. Sylvius, & d'après lui Geoffroy, le mot *Castus* n'est que la traduction latine de la dénomination grecque; & quoique ces deux mots expriment exactement le même objet, l'usage a prévalu : on les a conservés & réunis pour désigner cette espèce d'Arbrisseau.

Dans les Pays où il croît naturellement, ses feuilles sont employées comme émollientes & résolutives; on en fait des cataplasmes qu'on applique sur les tumeurs de la ratte; on en donne la décoction intérieurement comme apéritive & emménagogue.

Le fruit de cet Arbrisseau, qui est une espèce de baie, est plus recommandé & plus en usage; il est connu dans le Commerce & dans les Pharmacies sous le nom de semences d'*Agnus-Castus*. Ces semences se trouvent sèches dans les boutiques; elles sont rondes, grisâtres, un peu plus grosses qu'un grain de chenevis; récentes, elles ont une odeur aromatique, qui approche beaucoup de celle du camphre; elles ont une saveur âcre, poivrée, qui diminue par la dessiccation & la vétusté; lorsqu'on les mâche, elles laissent à la bouche un sentiment de chaleur & d'âcreté; aussi, remarque Lemery, on les appelle *Petit-poivre* ou *Poivre sauvage*.

Si on pile ces semences, en y versant peu à peu quelques onces d'eau, on obtient une liqueur émulsive qui conserve le goût, l'odeur camphrée de la plante, & qui rougit un peu le papier bleu; infusées dans l'eau, elles donnent une teinture rouge, aromatique, amère, dont la couleur n'est pas changée par le vitriol de fer. La décoction dans l'eau est brune, un peu âcre, amère; mais l'odeur est beaucoup diminuée.

On trouve dans les anciens Dispensaires plusieurs préparations pharmaceutiques avec l'*Agnus-Castus*; on en faisoit des poudres, des émulsions, des infusions, des décoctions. Schroder décrit des trochisques faits avec la semence d'*Agnus-Castus*; Michael la faisoit entrer dans une composition, qu'il nommoit essence de chasteté, & qu'il recommandoit contre la gonorrhée & les affections érotiques. Tous les Médecins ne conviennent pas de cette propriété sédative de l'*Agnus-Castus* sur les organes de la génération; Simon Pauli assure même que son usage a produit un effet contraire. Cependant, on croit généralement que cette semence peut être utile dans quelques affections hystériques & hypocondriaques; Geoffroy observe que l'on ne doit en faire usage que dans les cas où il n'y a aucun symptome d'inflammation. Quoi qu'il en soit, la semence d'*Agnus-Castus* se prescrit en poudre, ou sous la forme de bols, depuis un demi-gros jusqu'à un ou deux gros; il en entre le double, & même davantage, dans une émulsion ou dans une infusion. Mais aujourd'hui cette substance est rarement employée dans les compositions cliniques; elle entre seulement dans quelques compositions officinales, telles que l'huile de capres par infusion, & l'eau hystérique du *Codex* de Paris.

AGRIPAUME. (*Pharm.*) *Leonurus Cardiaca*, *Linn.* Plante officinale qui croît naturellement dans nos campagnes. Les anciens Botanistes l'ont nommée *Cardiaca*, parce que, dit Ettmuller, elle guérit la cardialgie des enfans. Fraîche & dans sa floraison, cette plante a une odeur pénétrante, désagréable, une saveur amère, légèrement acerbe; en séchant, elle perd beaucoup de sa saveur & presque toute son odeur. Son infusion aqueuse est jaunâtre, très-amère, & brunit avec le vitriol de fer.

On a attribué à cette plante de grandes propriétés médicinales; on a dit qu'elle étoit atténuante, antispasmodique; on l'a recommandée dans les affections catharrales, l'asthme humide. J. Ray vantoit beaucoup cette plante ou sa poudre, à la dose d'un gros, comme un excellent remède dans les palpitations de cœur, les maladies de la ratte & les affections hystériques. Les anciens Pharmaciens préparoient, avec cette plante, une eau par la distillation & un onguent qu'ils nommoient *Beurre rouge* ou *onguent de Cardiaca*. Aujourd'hui ces préparations ne sont plus d'usage, la plante est seulement conservée dans les boutiques pour faire des décoctions ou infusions, qui rarement encore sont prescrites par les Médecins.

Il faut recueillir cette plante en Juillet & la renouveller tous les ans.

AHIUS. Rulandus & Johnston disent qu'il faut entendre sous ce mot Sel fossile.

AHUSAL. Nom donné au soufre & à l'arsenic. *Ruland. & Johnston.*

AIGLE. Les Alchymistes ont donné ce nom à des substances très-différentes; il paroît qu'ils y attachoient en général l'idée d'un corps, qui, quoique fixe en apparence, pouvoit être sublimé par l'action du feu.

L'Auteur des Notes sur la Chymie de Beguin, dit que le sel ammoniac (muriate ammoniacal) est appellé *Aigle*, parce qu'il enlève l'or, comme l'Aigle emporta Ganymède.

L'*Aigle céleste* de Paracelse est le turbith minéral ou chaux de mercure par l'acide vitriolique; c'est l'*Aigle imperial* de Beguin.

La dénomination d'*Aigle blanc* a été aussi appliquée à diverses préparations de mercure; mais, à l'exemple de Quercetanus, les Chymistes l'ont spécialement affectée au sublimé doux, ou muriate mercuriel doux, qui, jusques dans les Livres les plus

modernes, est encore désigné sous le nom d'*Aquila alba*.

AIGRE, AIGRELET, AIGREUR. On nomme *aigre* en général tout ce qui a une saveur acide & piquante, modifiée par le goût particulier de quelque principe extractif. L'aigre diffère de l'acide, en ce que celui-ci a une saveur plus franche, plus décidée, lors même qu'il est très-délayé. Il y a un degré d'acidité agréable, & les acides minéraux peuvent être amenés au point de ne produire que cette sensation, par leur union à une grande quantité d'eau; l'aigre a quelque chose qui offense le goût, moins cependant que l'acerbe qui porte avec lui l'idée d'une forte astriction. *Voyez* SAVEUR.

L'aigre suppose, comme l'on voit, la présence d'un acide. Dans les matières végétales & animales qui passent à l'aigre, cet acide se développe, il devient sensible quand sa combinaison savonneuse est rompue par quelque nouvelle affinité; ou bien il est le produit de leur décomposition spontanée, & de la combinaison de quelqu'une de leurs parties avec le principe acidifiant. *Voyez* FERMENTATION.

Le lait, les emulsions, les extraits non assez rapprochés ou en consistance trop fluide, s'aigrissent très-facilement.

Dans l'*Aigrelet*, l'acide n'est pas nécessairement plus foible, il est seulement plus à nud, moins modifié; voilà ce qui en rend l'impression plus flatteuse au goût, c'est celle que font les cerises, les groseilles, l'épine-vinette, &c. Dans le jus de citron qui commence à s'altérer, l'acide est moins dominant & l'*aigreur* tout-à-fait désagréable.

Par analogie, on a encore nommé AIGRE ce qui blesse les autres sens, ou qui les affecte d'une manière déplaisante: ainsi, il y a des sons aigres & des odeurs aigres. Les corps qui commencent à éprouver une dégénérescence putride, font à peu près sur l'organe de l'odorat la même impression que sur celle du goût, & se reconnoissent à une sorte d'*aigreur*.

Enfin, on désigne en Chymie & en Métallurgie, par le mot AIGRE, le défaut de ductilité propre à quelques substances métalliques & la qualité vicieuse qu'un métal a contractée dans quelqu'opération ou par son alliage avec d'autres métaux, & qui le fait éclater facilement au lieu de s'étendre sous le marteau. Le soufre rend tous les métaux aigres & cassans; le fer devient aigre & fragile à froid par son union avec une très-petite quantité de phosphore; la platine est aigre & intraitable au marteau tant qu'il y reste une portion de fer alliée; l'étain a la propriété de rendre l'or lui-même aigre & peu ductile; c'est une opinion assez commune dans les atteliers où on traite l'or, que si l'on remue le métal en bain avec du fer, il devient aigre, tandis que la même manipulation adoucit l'argent: cette différence ne peut venir que de l'affinité plus grande de l'or avec le fer, & feroit soupçonner par conséquent qu'il reste dans l'or une portion de fer infiniment petite, suffisante néanmoins pour altérer sa ductilité.

AIGREMOINE. (*Pharm.*) *Agrimonia Eupatoria*, *Linn.* Plante officinale qui croît naturellement dans nos campagnes, & qui est fort en usage dans la Médecine. On la prescrit journellement en qualité de déterſif, de tonique, d'apéritif doux, dans la cachexie, la jaunisse, les embarras du foie, les maladies des voies urinaires. Riviere propose la poudre de cette plante, à la dose d'un gros, contre l'incontinence d'urine. Simon Pauli dit qu'on la fait entrer avec avantage dans les décoctions antivénériennes; il ajoute que cuite dans du vinaigre, ou du vin, & appliquée en forme de cataplasme, elle est efficace contre les tumeurs inflammatoires des testicules.

Les anciens Pharmaciens employoient beaucoup cette plante; ils en tiroient le suc, qu'ils conservoient; ils en faisoient un sirop, une essence, des pilules, des trochisques, un extrait. Quelques-uns encore aujourd'hui en retirent l'eau par la distillation; mais l'usage le plus ordinaire est pour les bouillons, les infusions, les décoctions. Quand la plante est fraiche, on la prescrit à la dose d'une poignée pour chaque livre de décoction; on n'en met que la moitié lorsqu'elle est sèche. Cette plante est aussi employée dans les gargarismes & dans les injections pour les ulcères fistuleux; elle entre aussi dans plusieurs compositions officinales, telles que les sirops apéritifs, les pilules aggrégatives, l'onguent d'Ache, l'eau vulnéraire, &c.

Cette plante fraiche a une odeur légérement aromatique, qui se perd par la dessiccation; sa saveur est légérement styptique; son infusion aqueuse est jaunâtre; elle noircit sur-le-champ par le vitriol de fer. Il faut la recueillir au commencement de sa floraison, en Juin ou Juillet, & la renouveller tous les ans.

AIL. Dans le nombre des odeurs assez caractérisées, pour servir de terme de comparaison dans l'indication des propriétés, celle de l'Ail est une des plus remarquables: elle se fait sentir lors de la combustion de l'arsenic, lorsqu'on expose à la chaleur le phosphore, ou même l'acide phosphorique, & pendant la dissolution de quelques métaux dans l'acide muriatique. *Voyez* ODEUR.

AIL. (*Pharm.*) *Allium sativum*, *Linn.* Cette plante est aujourd'hui plus employée dans les Cuisines que dans les Pharmacies; son odeur forte, pénétrante, sa saveur âcre annoncent assez qu'elle est stimulante, échauffante. Quelques-uns ont beaucoup vanté l'Ail comme un antidote assuré contre les maladies contagieuses, & même contre les poisons; d'après cette propriété, on a fait entrer l'Ail dans une composition fameuse connue sous le nom de *Vinaigre prophilactique* ou *Vinaigre des quatre Voleurs*. Schroder fait aussi mention d'un *électuaire d'Ail*; & la Pharmacopée de Vienne donne la formule d'un *elixir*

l'Ail, recommandé comme un excellent préservatif contre la peste & les maladies contagieuses. Cependant, Diemerbroeck, d'après son expérience, & sur le témoignage de plusieurs Médecins, non-seulement doute de l'utilité de ce préservatif, mais encore il n'hésite pas à dire qu'il est nuisible. On a attribué à l'Ail bien d'autres propriétés ; on a dit qu'il étoit diurétique, emménagogue, stomachique, pectoral & vermifuge. Nous observerons sur cette dernière propriété, que Redi a mis des vers dans un vase frotté avec des racines d'Ail broyées, qu'il les a recouverts d'une petite quantité de terre, dans laquelle il avoit mêlé plusieurs portions d'Ail hachées ; « & cependant, ajoute-t-il, ces vers vécurent vingt jours, » & il y a toute apparence qu'ils y auroient vécu » bien davantage, si je les y eusse laissés. » Bergius dit que l'Ail entretient la transpiration, & qu'à ce titre, il est utile aux Matelots & contre les fièvres d'automne ; j'en ai vu, ajoute-t-il, d'heureux effets contre la fièvre quarte. On prépare aussi, suivant le même Auteur, le petit-lait avec l'Ail, & cette boisson est un remède utile dans la toux.

L'Ail crud, broyé & appliqué en forme de cataplasme, est rubéfiant, il devient vésicatoire & même rongeant, si on le laisse séjourner long-temps sur la partie, ou si on en réitère l'application ; cuit, son âcreté est moindre; il est un maturatif puissant dans quelques tumeurs, dont il faut hâter ou exciter la suppuration. Le suc d'Ail a été aussi vanté contre les dartres & contre la surdité causée par un vice rhumatismal. Enfin, quelques-uns assurent que l'Ail réduit en pâte, & appliqué sur le poignet des fébricitans, peut diminuer les frissons de la fièvre.

AILE. (*Pharm.*) Espèce de bière dont l'usage a été recommandé comme médicament dans quelques maladies. *Voyez* FERMENTATION.

AIMANT. L'Aimant, ou la pierre d'Aimant, est un minéral ferrugineux, qui attire le fer ; qui, lorsqu'il est placé sur un fluide, ou suspendu de manière qu'il puisse se mouvoir, dirige l'un de ses poles vers le nord & l'autre vers le sud ; qui communique au fer qu'il touche cette vertu d'attirer le fer & de prendre la même direction ; toutes propriétés que ce minéral ne doit qu'au fer qu'il recèle, & qui jusqu'à présent est le seul corps doué du magnétisme. Il y a par conséquent des Aimans naturels & des Aimans artificiels ; ceux-ci se font d'acier, qui reçoit & conserve mieux le magnétisme.

C'est dans le Dictionnaire de Physique qu'il faut chercher la description des grands phénomènes de l'Aimant, ce que l'on connoît de la nature du fluide magnétique, des loix auxquelles il est soumis, & de ses attractions & répulsions. On peut s'en rapporter au célèbre Académicien qui s'est chargé de cette partie, pour mettre dans le jour le plus lumineux cette importante théorie ; je ne dois m'occuper ici que de ce qui a rapport aux opérations chymiques.

I. L'Aimant est employé par les Chymistes pour enlever de petites parties de fer mêlées à d'autres matières, soit qu'ils veuillent en débarrasser ces matières, ou obtenir ce métal plus pur ; ils ont pour cela de petits aimans artificiels ou barreaux d'acier aimantés par communication. Cette attraction est une image sensible de ce qu'ils opèrent plus habituellement par affinité, mais elle n'en est que l'image, puisqu'elle ne produit qu'une adhésion des surfaces, au lieu d'une combinaison intime de particule à particule ; aussi la séparation n'est-elle jamais bien exacte : le barreau qu'on promène au dessus de la limaille de fer enlève en même temps tout ce qui lui tient, & ne laisse que les substances étrangères absolument isolées, ou celles qui sont attachées à une trop petite quantité de fer en état de métal, pour que la force magnétique l'emporte sur leur pesanteur. Par ce moyen, on purge bien la platine de la plus grande portion de son sable ferrugineux ; mais les grains de platine qui paroissent les plus insensibles à l'Aimant, sont encore loin de l'état de pureté qui permet de la travailler au marteau.

II. Dans beaucoup de circonstances, il importe de s'assurer de la présence du fer, ou de l'état dans lequel il se trouve, & sa propriété magnétique fournit un moyen aussi commode que sûr d'acquérir ces connoissances.

Quand le fer n'est qu'en très-petite quantité par rapport aux masses qu'il s'agit d'examiner, ou qu'il est très-avancé à l'état de chaux, on essaieroit inutilement de l'attirer ou de l'enlever par l'aimant ; dans ce cas, on se sert d'une aiguille, ou d'un barreau bien suspendu sur un pivot, que l'on laisse s'arrêter dans sa direction naturelle ; on en approche ensuite doucement le morceau que l'on soupçonne tenir du fer, & on observe s'il attire à lui l'aiguille aimantée.

Il arrive quelquefois que l'aiguille est repoussée par un côté & attirée par le côté opposé ; ce qui indique que la matière essayée ne tient pas seulement du fer, mais du fer à l'état d'Aimant, ayant ses poles.

Lorsqu'on veut découvrir les plus petites traces de magnétisme, il est bon de substituer à l'aiguille aimantée, suspendue à la manière des boussoles, une aiguille suspendue par un cheveu pour la rendre encore plus mobile, ainsi que le célèbre de Saussure l'a pratiqué dans l'examen de plusieurs minéraux.

En réduisant en poudre subtile des fragmens qui ne donnent aucun signe de magnétisme, & portant immédiatement sur cette poudre un barreau d'acier aimanté & bien poli, on voit encore quelques parcelles adhérer chaque fois à ses angles. C'est en opérant de cette manière que l'illustre Buffon retrouva du fer dans la platine à laquelle j'avois fait subir la coupellation par le plomb ; ce qui pouvoit faire penser que le fer entroit nécessairement dans la composition de ce nouveau métal, avant que l'on fût parvenu à le purifier complètement (*Hist. natur.*

Suppl. tom. I, pag. 338). Il y a un autre métal qu'il n'a pas été possible jusqu'à présent d'obtenir sans mélange de fer, c'est le *nickel*; on a observé que non-seulement cet alliage résistoit à tous les procédés connus d'analyse, mais qu'il acquéroit plus de magnétisme à mesure qu'on le purifioit, & qu'il se trouvoit même quelquefois, après la réduction au feu, pourvu de la propriété active magnétique, au point *d'adhérer à tout fer*: d'où Bergman a été induit à conjecturer que le nickel pouvoit être une modification du fer (*Dissert. XXV*, §. §. *5 & 12*); & M. Kirwan n'est pas éloigné de penser qu'il y a du nickel dans la pierre d'Aimant (*Minéralog. part. IV*, *chap. 5*, *esp. 3*).

Lorsqu'on pulvérise un fragment de quelque matière pour en observer le magnétisme de la manière précédemment indiquée, on doit se garder d'employer pour cela des instrumens de fer & d'acier, dont il pourroit se détacher des parties, ou même qui pourroient lui communiquer plus de vertu magnétique qu'elle n'en auroit naturellement : on se sert en ce cas de mortiers & de pilons d'agate. Il est bon de savoir encore que la simple percussion, quand elle est un peu forte, peut rendre attirables à l'Aimant des chaux de fer qui ne l'étoient pas auparavant, quoique pulvérisées au même degré ; je l'ai éprouvé sur plusieurs mines de fer en grains. Il n'y a pas d'autre manière d'expliquer l'observation de M. Cavallo sur du laiton, qui devenoit magnétique par l'action du marteau, & qui perdoit cette propriété quand on l'exposoit à la chaleur du recuit (*Journ. phys. tom. 28*, *pag. 213*). Ce Physicien a conjecturé de là que le magnétisme du cuivre jaune pouvoit dépendre d'une certaine configuration donnée à ses particules par la malléation ; mais si cela étoit, tout alliage de cuivre & de zinc, dans les mêmes proportions, devroit manifester cette propriété, & il avoue avoir trouvé des cuivres jaunes qui ne pouvoient être rendus magnétiques par aucun moyen. Il est donc plus naturel de penser que ceux qui font le sujet de son observation étoient accidentellement chargés d'un peu de fer, porté sans doute par le zinc qui en est rarement exempt.

Par rapport à l'état dans lequel le fer se trouve, la cessation de tout effet magnétique indique bien que le fer est complètement calciné ou en chaux ; mais il s'en faut beaucoup que l'effet contraire, c'est-à-dire, la sensibilité à l'approche de l'Aimant, annonce l'état métallique parfait. Le fer converti en éthiops dans l'eau, & plusieurs autres chaux ferrugineuses, sont encore très-magnétiques, & ne conservent cependant plus rien ni de la ductilité, ni de l'éclat métallique. Le porphyre verd antique fait bouger l'aiguille aimantée, & cependant le fer qui y est disséminé est bien loin de l'état de métal. La mine de fer noirâtre, qui obéit facilement à l'Aimant, ne donne au quintal, suivant Bergman, que 3 pouces cubiques de gas inflammable pendant sa dissolution dans les acides vitriolique & muriatique, tandis que le fer en donne moyennement 65 pouces cubiques. De quelque manière qu'on explique la production de ce gas, ou par le dégagement du phlogistique, comme dans l'hypothèse Stahlienne, ou par la décomposition de l'eau, comme l'annoncent les nouvelles découvertes (voyez AIR VITAL & EAU), il n'est pas moins évident qu'il suffit que le fer retienne à peu près 0,046 du principe métallisant, ou qu'il perde 0,046 du principe acidifiant pour éprouver l'action magnétique, & qu'ainsi la restitution de cette propriété ne conclut rien pour la métallisation complète.

Cela n'empêche pas néanmoins qu'on ne se serve utilement de l'observation de ces phénomènes, lorsqu'il ne s'agit que de décider si l'altération que le fer a subi dans quelqu'opération a été au point de changer son état magnétique. On sait, par exemple, que les mines de fer spatiques, appellées communément mines de fer blanches, qui, de leur nature, ne sont nullement attirables, sautent à l'Aimant, après avoir été simplement exposées quelques minutes à un feu de torréfaction, tandis que leur réduction parfaite ne s'opère, comme celle des autres chaux de fer, que par la fusion avec les flux réductifs ; ceci prouve bien que la force avec laquelle un corps prend ou retient en combinaison une certaine quantité d'un autre corps, n'est pas toujours la même pour toutes les portions de la même substance que l'on peut lui faire prendre ou lui enlever successivement ; & c'est un des problêmes les plus importans dans l'examen des affinités. *Voyez* AFFINITÉ.

Le fer perd toute vertu magnétique en s'unissant au soufre, à l'arsenic, au phosphore, à la substance charbonneuse, & peut-être à plusieurs autres matières qui nous sont encore peu connues ; il la conserve dans ses alliages avec la plupart des métaux, mais d'autant plus affoiblie, qu'il y est en moindre proportion.

III. L'Aimant naturel, c'est-à-dire la pierre d'Aimant, peut devenir enfin l'objet des travaux du Chymiste pour en découvrir les parties constituantes, pour chercher les rapports de la composition de ce minéral avec ses merveilleuses propriétés ; & comme la synthèse doit, autant qu'il est possible, confirmer les résultats de l'analyse, comme elle a quelquefois l'avantage de la précéder, qu'elle peut alors ouvrir des routes nouvelles & fournir des vues plus profondes dans la recherche des causes, il devient important de recueillir & de comparer les observations de tous les mélanges, de toutes les combinaisons qui, préparés par l'Art, se montrent, à la suite de ses opérations, doués à un certain point de la vertu magnétique polaire, comme s'ils l'eussent reçue de la nature elle-même. *Voyez* ANALYSE MINÉRALE & MINES ARTIFICIELLES.

§.

Quoique je n'aie pas cru devoir comprendre en cet article tout ce qui a rapport au magnétisme, je suis fort éloigné de penser que ces connoissances ne soient d'aucune utilité au Chymiste, je suis au con-

traire très-convaincu qu'il en aura souvent besoin pour assurer les observations qu'il aura occasion de faire avec l'Aimant ou sur l'Aimant ; c'est ce qui m'engage à présenter ici en peu de mots les principes les plus généraux sur cette matière.

La vertu magnétique dépend d'un fluide subtil qui traverse facilement tous les corps, qui se meut beaucoup plus difficilement dans les pores du fer. C'est l'idée qu'en donne le célèbre Æpinus (*Tentamen theoriæ electricitatis & magnetismi*, *cap. 1*, *n. 3*).

Quelques Physiciens ont pensé que le fluide magnétique étoit le même que le fluide électrique, M. Æpinus croit seulement que ses attractions & répulsions sont soumises aux mêmes loix.

Le fer, qui devient Aimant, ne reçoit pas une plus grande quantité de ce fluide ; mais la portion qu'il contient s'accumule à une des extrémités de sa masse, ce qui la met dans l'*état positif*, tandis que l'autre extrémité se trouve par cette privation dans l'*état négatif*. On n'est pas encore parvenu à déterminer si c'est le pole boréal ou le pole austral qui est dans l'état positif.

De là il suit que, lors de la communication du magnétisme, le fer ne peut augmenter de poids, quand même on supposeroit à ce fluide une pesanteur capable de faire impression sur nos balances.

De là vient encore que l'Aimant qui communique le magnétisme, ne perd rien ni de son poids, ni de sa vertu.

Pour aimanter le fer, il suffit de le placer dans la sphère d'activité d'un corps aimanté.

C'est par le magnétisme du globe terrestre que le fer s'aimante naturellement. Si le magnétisme n'est pas l'effet de l'électricité générale (comme le dit l'illustre Buffon, qui refuse même au fer la propriété de s'aimanter sans le concours de l'athmosphère), il faut admettre, avec M. Æpinus, au centre du globe, un noyau magnétique qui agit sur le fer & sur ses mines, comme un gros Aimant naturel agit sur une petite aiguille de boussole.

Le fer s'aimante en restant long-temps en repos dans certaine position ; c'est ce que Gassendi a le premier observé sur la tige qui soutenoit la Croix d'un Clocher en Provence.

Le frottement, la percussion, la chaleur aimantent aussi le fer, ou du moins y occasionnent une vertu magnétique passagère ; mais ce ne sont que des moyens auxiliaires qui favorisent l'action magnétique du globe, pour déterminer la translation du fluide à l'un des poles de la masse.

Les Minéralogistes ont établi trois divisions du fer, ou plutôt de ses mines, par rapport au magnétisme. La première comprend le fer qui attire, *ferrum attractorium ;* à cette classe appartiennent tous les Aimans naturels. M. Æpinus regrette avec raison qu'on ne se soit pas encore occupé à déterminer la situation de ces Aimans dans leurs mines, par rapport au méridien magnétique & à la correspondance des poles (*n. 363*).

La seconde division des Minéralogistes comprend les mines de fer où ce métal n'attire pas, mais où il est attirable ; c'est ce qu'ils appellent *ferrum retractorium*.

Ils placent dans la troisième classe les mines de fer sur lesquelles l'Aimant n'a aucune action, & qu'ils nomment à cause de cela *ferrum refractarium*.

Un Aimant naturel exposé à une chaleur capable de le faire rougir, perd presque toute sa vertu ; mais M. Æpinus a observé que si on le place ensuite entre deux barreaux d'acier fortement aimantés, il se trouve avoir acquis, au bout d'une demi-heure, un plus grand degré de force que celui qu'il avoit auparavant (*n. 360*).

Il me semble que les Physiciens vont trop loin, lorsqu'ils assurent qu'il n'y a que le fer en état de métal qui soit susceptible d'être attiré par l'Aimant, & que tout minéralisateur lui ôte cette propriété : cela supposeroit que toutes les fois que l'on rend une chaux de fer docile à l'Aimant, on en réduit complètement une portion quelconque, ce qui n'a aucune apparence de fondement ; il s'ensuivroit encore que toute mine attirable devroit acquérir, comme le fer, la vertu magnétique par communication, & M. Æpinus a fait d'inutiles tentatives pour augmenter de cette manière la vertu d'une mine de fer spéculaire, quoiqu'elle repoussât naturellement par un de ses angles le pole sud d'un barreau aimanté. On ne peut douter enfin que le principe acidifiant qui convertit les métaux en chaux ne soit un vrai minéralisateur ; & puisqu'il y a des chaux de fer attirables, puisqu'il y en a qui le deviennent en totalité sans qu'aucune portion puisse être censée complètement réduite, ce n'est réellement que la surcomposition de ce principe qui leur enlève toute vertu magnétique.

C'est à la Chymie à lever à cet égard tous les doutes, en examinant de plus près l'état du fer & la nature des substances qui lui sont unies, soit dans les mines simplement attirables, soit dans les chaux réfractaires rendues attirables ; &, comme le dit très-bien M. l'Abbé Haüy, en terminant l'excellente exposition qu'il a donnée de la doctrine de M. Æpinus, « les Sciences ne feront des progrès réels » que quand on saura les associer, & réunir dans » une même recherche plusieurs points de vue, dont » l'ensemble répande des traits de lumière toujours » perdus pour l'homme borné à la considération » d'objets isolés. »

AIMANT. (*Pharm.*) L'Aimant est connu depuis long-temps ; les Grecs le nommoient *Magnes*, *Magnites*, *Syderitis*, & quelquefois *Pierre magnésienne* ou *Pierre héraclienne*. Dès l'origine de la Médecine, cette substance a été employée intérieurement comme médicament. Hyppocrate, ou, pour parler plus exactement, l'Auteur du Livre *de Morbis*, attribué à Hyppocrate, fait mention de la Pierre magnésienne pour purger la pituite ; Dioscoride dit expressément que l'Aimant pris en breuvage, au poids de trois oboles, avec de l'eau miellée, est bon pour évacuer les humeurs.

graſſes & viſqueuſes ; Galien reconnoît auſſi à l'Aimant une vertu purgative ; & c'eſt pour cela, dit-il, qu'on le fait prendre aux hydropiques, parce qu'il évacue toutes les humeurs du ventre. Par la ſuite on a attribué à l'Aimant beaucoup d'autres propriétés ſouvent fort oppoſées. Santes *de Ardoynis*, Pierre *de Apono*, & quelques autres, regardoient l'uſage intérieur de l'Aimant comme dangereux ; ils le placent même au rang des poiſons. Serapion, au contraire, l'indique comme alexipharmaque. Quelques-uns le recommandent comme apéritif ; d'autres le vantent comme aſtringent ; on l'a auſſi employé en topique dans le traitement des plaies, des ulcères, des hémorragies, des hernies, même des douleurs de goutte, de rhumatiſme.

D'après tant de propriétés, l'Aimant a été inſcrit au nombre des ſubſtances officinales ; & il eſt devenu le ſujet de pluſieurs préparations pharmaceutiques. La plus ſimple, la plus ancienne de ces préparations conſiſtoit ſeulement dans la pulvériſation & la porphyriſation ; quelques-uns y ajoutoient la lotion ou l'infuſion dans l'eau ou dans l'alcohol, avec quelques plantes amères & aromatiques. Ainſi préparé, l'Aimant ſervoit pour les uſages médicinaux ; on le donnoit en poudre, en bols, ou délayé dans quelque liqueur ; on en faiſoit des trochiſques ; on le faiſoit entrer dans des collires contre les maladies des yeux, dans des gargariſmes contre les douleurs de dents ; on l'incorporoit avec des ſubſtances graſſes, réſineuſes, pour former des onguens, des emplâtres, auxquels on attribuoit non-ſeulement la vertu d'attirer les portions de fer qui auroient pu reſter dans une bleſſure, mais encore d'extraire les autres corps étrangers, & même les humeurs vicieuſes. Outre ces préparations ſimples, on a ſoumis l'Aimant à l'action du feu ; on l'a mis en digeſtion avec de l'alcohol, du vinaigre & quelques autres ſubſtances ; ainſi on en a compoſé des *élixirs*, des *mixtures*, des *quinteſſences*, qui ſe trouvent décrites dans les Ouvrages de Paracelſe, de Quercetanus (Ducheſne), de Faber. Aujourd'hui toutes ces préparations ſi vantées, ſi merveilleuſes, ſont oubliées, & avec juſte raiſon. L'Aimant perd par la calcination, par la pulvériſation, toute force d'attraction ; ce n'eſt plus qu'une mine de fer, qui n'a & ne peut avoir d'autre vertu que celle d'une chaux de fer, & des ſubſtances terreuſes avec leſquelles elle eſt combinée ; & comme dans les différentes mines la proportion du fer varie, comme il peut ſe trouver dans la mine du plomb, du cuivre ou quelques autres ſubſtances nuiſibles, on concilie facilement les différentes opinions que les Anciens ont eu de l'Aimant ; on conçoit pourquoi les uns l'ont regardé comme un poiſon, pourquoi d'autres lui ont reconnu une vertu purgative très-forte, tandis que d'autres l'employoient ſeulement comme apéritif & aſtringent. Ces obſervations auroient dû depuis long-temps faire bannir l'Aimant des Pharmacies. On en a abandonné, il eſt vrai, l'uſage intérieur ; cependant on conſerve encore cette ſubſtance pour la faire entrer dans *l'emplâtre divin*, l'*oppodeltoch*, & quelques autres préparations deſtinées pour l'extérieur ; mais ſi dans ces compoſitions l'Aimant eſt utile, en qualité de ſubſtance ferrugineuſe, pourquoi ne pas employer une chaux de fer ? S'il eſt utile, à cauſe des terres qui entrent dans la compoſition de ce minéral, pourquoi ne pas employer des terres ſimples dont on connoît la nature & dont on peut déterminer les doſes ?

Quoi qu'il en ſoit, comme l'Aimant eſt encore recommandé dans quelques Diſpenſaires modernes, nous expoſerons la manière de le pulvériſer, à l'article PORPHYRISATION.

Quelques anciens Médecins ont auſſi recommandé d'appliquer & de porter ſur différentes parties du corps des morceaux d'Aimant pour remédier à diverſes affections. On aſſure, dit Aetius, que l'Aimant tenu par ceux qui ſont attaqués de la goutte aux pieds & aux mains, calme leurs douleurs, & il ſoulage également dans les convulſions. Alexandre de Tralles & Marcellus tiennent à peu près le même langage ; le dernier s'exprime ainſi : *Magnetes ..... collo alligati aut circa caput dolori capitis medentur.*

Dans ces derniers temps, la Phyſique ayant trouvé le moyen de faire des Aimans artificiels d'une très-grande force, on a de nouveau eſſayé l'application de l'Aimant dans le traitement de pluſieurs maladies, mais principalement des affections chroniques, nerveuſes & douloureuſes. Pour rendre cette application facile & continue, on a donné différentes formes aux Aimans artificiels, on en a fait des barreaux, des colliers, des bracelets, des lames diverſement figurées. MM. Andry & Thouret ont publié ſur ce ſujet un Mémoire rempli de recherches, d'expériences & d'obſervations qui tendent à déterminer ce que l'on doit tenter & eſpérer de l'application de ces Aimans. *Mémoires de la Société Roy. de Méd. ann. 1779, pag. 531.*

AIMANT ARSENICAL. (*Pharm.*) Angelus Sala a donné ce nom à une combinaiſon de ſoufre avec parties égales d'arſenic & d'antimoine ; cette préparation a auſſi été déſignée ſous les noms de *Lapis pyrmyſon*, *Lapis de tribus*. Nous en parlerons en traitant des compoſitions ſulfureuſes. *Voyez* SOUFRE.

AIMANT ASTRAL. (*Pharm.*) Dénomination pompeuſe imaginée par Grimaldy, pour déſigner une préparation du vitriol de fer avec l'antimoine & le nitre. Cette préparation qui ſe trouve décrite fort au long dans les Œuvres poſthumes de Grimaldy, ſe faiſoit par différentes diſtillations, calcinations & lotions répétées ſucceſſivement. L'Auteur qui attachoit beaucoup d'importance à cette préparation, prétendoit en tirer un eſprit univerſel, un diſſolvant incomparable qu'il employoit pour faire l'or potable, *la Médecine univerſelle.* Ces expreſſions, qui ſont celles de l'Auteur, ſuffiſent pour faire apprécier l'utilité de cette compoſition.

SECOND AVERTISSEMENT,

Pour servir d'introduction aux articles qui suivent, & pour indiquer quelques corrections à faire à ceux qui précèdent.

AVANT que d'entamer l'article AIR, qui est aujourd'hui l'un des plus importans de toute la Chymie, je ne puis me dispenser de prévenir le Lecteur de quelques changemens par rapport à la théorie & à la nomenclature; il ne tarderoit pas à les appercevoir en comparant ce qui précède avec ce qui doit suivre, & il pourroit en conserver une impression défavorable contre l'Ouvrage entier, peut-être même le confondre avec ces compilations faites à la hâte, où l'on rencontre à chaque pas des contradictions que les Auteurs eux-mêmes n'ont point apperçues. Pour écarter ce soupçon, il convient d'exposer d'abord les raisons qui ont déterminé ces changemens, d'indiquer en même temps les légères corrections qu'ils nécessitent, & la manière de remettre entre tous les articles cette liaison qui peut seule leur donner quelque valeur aux yeux de celui qui cherche à recueillir des principes sûrs ou à fixer ses opinions.

Sur la partie théorique.

Dans les Sciences physiques, la vérité est tout; voilà le but unique vers lequel doivent tendre tous les efforts, & rien ne seroit plus propre à en éloigner que la prétention d'un Écrivain qui croiroit sa gloire intéressée à assortir toutes ses opinions au premier systême auquel il s'est arrêté; comme s'il s'agissoit de ces conceptions que l'imagination produit d'un seul jet, qui n'ont de réel que la beauté de l'ordonnance, l'unité de plan & l'ordre symmétrique des parties. Celui qui n'a pas le courage de s'approcher des objets qui heurtent ses préjugés, de renverser lui-même ce qu'il a lui-même établi, nuit d'autant plus aux progrès de la philosophie naturelle, qu'il réussit à surprendre un plus grand nombre de suffrages.

Ces réflexions s'appliquent naturellement à un Ouvrage qui ne peut être que le fruit d'un travail de plusieurs années; elles s'appliquent spécialement à la Science qui fait l'objet de celui que j'ai entrepris, l'une des plus immenses par ses détails, qui acquiert tous les jours de nouvelles richesses, qui marche continuellement de découvertes en découvertes; elles conviennent sur-tout à l'époque où j'ai pris cette Science, dans cet état de crise qui précède assez ordinairement les grandes périodes d'accroissement, dans le moment où les premiers Chymistes étoient partagés sur les points les plus importans de la théorie, où les dogmes anciens se maintenoient encore par l'habitude de les

respecter, où les vérités contraires n'avoient pas encore acquis assez de consistance ou de publicité pour triompher de ce préjugé, où l'on s'agitoit enfin de toute part, ou pour raffermir une hypothèse ébranlée, ou pour en sapper les fondemens.

Tant d'activité n'a pas été sans fruit; ces temps de division & de perplexité sont près d'être écoulés. Il s'élèvera bien encore quelques réclamations en faveur de l'ancien systême; ceux qui, à l'ombre d'une réputation méritée par d'utiles travaux, se maintiennent dans le droit de penser d'après eux-mêmes sur ces matières, révoqueront en doute les expériences qu'ils n'auront pas pris la peine de répéter; plusieurs se feront un mérite de leur obstination à combattre tout ce qui s'éloigne de leurs opinions d'habitude; la multitude pourra bien attendre l'unanimité pour recevoir d'elle avec une aveugle docilité la loi qu'elle voudra lui imposer : tel est le cours ordinaire des choses. Mais tous ceux qui examineront les faits avec impartialité, qui en soumettront les conséquences aux règles d'une Logique exacte, ne tarderont pas à reconnoître que cette doctrine, qui règna si long-temps dans les Écoles chymiques de toute l'Europe, n'est qu'une hypothèse que l'on ne peut plus soutenir. A cet égard, la révolution est consommée : on me pardonnera sans doute la confiance avec laquelle je crois pouvoir l'annoncer, lorsqu'on voudra faire attention à la marche lente & circonspecte que j'ai suivie pour revenir à des principes différens. Mon but est de les indiquer ici en peu de mots, sans m'attacher à en rassembler toutes les preuves, que je réserve pour les articles auxquels elles appartiennent.

Le passage du soufre à l'état d'acide, d'un métal à l'état de chaux métallique, dut naturellement frapper les premiers Chymistes qui, abandonnant la routine de l'Art & les chimères des Adeptes, pensèrent à s'élever à la connoissance des principes. Ces phénomènes firent une impression profonde sur le génie de Stahl; il y vit des effets différens, qui supposoient évidemment une cause commune; il jugea très-bien que ces changemens ne pouvoient dépendre que de la présence ou de l'absence de quelque matière subtile & fugace, qui se déroboit aux sens de l'Observateur : les moyens d'expérience lui manquant pour en découvrir la nature, il appella à son secours l'analogie; & considérant que le soufre est un des corps les plus *combustibles*, que les chaux métalliques se révivifient quand on les traite avec des substances *combustibles*, il fit de cette propriété le caractère distinctif d'un nouvel être, qu'il nomma *phlogistique* ou principe inflammable, que le soufre perdoit en devenant acide, que les chaux des métaux recouvroient à la réduction.

Cette hypothèse a été, dans les premiers temps, plus utile que nuisible aux progrès de la Chymie; c'est ce que l'on ne peut contester raisonnablement, & j'aurai plus d'une occasion d'en fournir des preuves indubitables; je me bornerai en ce moment à faire remarquer que c'est le premier systême qui a commencé à établir quelque liaison entre une multitude de faits épars

& d'obſervations iſolées; que ces rapports ſubſiſtent, ou plutôt que de nouvelles explications plus directes n'ont ſervi qu'à leur donner une baſe plus ſolide. On eut du moins un but vers lequel on pouvoit diriger ſes efforts, un ordre méthodique dans lequel toutes les connoiſſances acquiſes venoient ſe ranger ſans confuſion, en un mot, un plan de recherches & d'applications, d'après lequel aucune expérience ne fut oiſeuſe, aucune opinion indifférente, & qui, marquant la beſogne aux Manipulateurs les plus ordinaires, les obligeoit auſſi de concourir à l'avancement de la vraie Chymie. Si les travaux entrepris dans la vue de perfectionner ce ſyſtême, en ont inſenſiblement préparé la ruine, c'eſt là précisément ce qui m'autoriſe à le placer au nombre de ces *erreurs* qu'on a appellées *fécondes* (1), qui font époque dans les Sciences, & qui ne peuvent être produites que par ces hommes extraordinaires, appellés par la nature à leur donner un eſſor au deſſus des lumières de leur ſiecle.

C'en eſt aſſez ſans doute pour juſtifier l'enthouſiaſme avec lequel cette doctrine fut reçue & tranſmiſe pendant plus d'un demi-ſiecle dans toutes les Écoles; & quand on conſidère avec quelle facilité chaque obſervation nouvelle pouvoit être ajoutée au nombre de ſes preuves, on ceſſe d'être étonné qu'elle ait été ſi long-temps adoptée & défendue par des hommes tels que les Margraff, les Bergman, les Macquer, les Scheele; par MM. Black, Prieſtley, Kirwan & tant d'autres qui ont aſſez montré qu'ils ſavoient eux-mêmes interroger la nature; ils avoient appris à reſpecter cette tradition avant que d'être en état de la juger; il ne leur vint pas dans l'idée qu'on pût s'accorder auſſi généralement ſur une théorie qui n'auroit pas porté avec elle le caractère de l'évidence, &, pour tout dire en un mot, ils étoient nés dans cette religion.

L'illuſtre Lavoiſier a le premier interrompu ce long culte. Pluſieurs Chymiſtes avoient bien préſenté quelques idées nouvelles ſur la vraie nature du phlogiſtique; mais fidèles au dogme du Maître, ils le voyoient toujours où il l'avoit placé, je veux dire dans les combuſtibles (2). Dès 1774, M. Lavoiſier

---

(1) Dans aucune Science peut-être, on ne trouvera une preuve auſſi frappante de la juſteſſe de cette réflexion, qu'il y a des vérités mortes & des erreurs fécondes. J. Rey, Médecin périgourdin, eſt certainement le premier qui ait apperçu la vraie théorie de la calcination des métaux, en cherchant à expliquer l'augmentation de poids des chaux de plomb & d'étain, & l'attribuant à la partie peſante ou *eſpèce de lie de l'air*, dont le ſurplus étoit dégagé par la violence du feu. Ses *Eſſais*, imprimés en 1630 (plus de quatre-vingts ans avant que Stahl ait publié ſon ſyſtême), étoient abſolument tombés dans l'oubli, & n'en ont été tirés qu'en 1775, c'eſt-à-dire, après que M. Lavoiſier eut été conduit à la même concluſion par des travaux entrepris dans des vues plus étendues, & qu'il l'eut fondée ſur des expériences démonſtratives. On n'a pas manqué de s'écrier à cette occaſion que *c'étoit une choſe bien ſingulière que la réputation .... que J. Rey n'eut pas de prôneurs*; mais on ſait que cet opuſcule lui valut pluſieurs lettres du célèbre Merſenne, dont le cabinet étoit alors le centre de la correſpondance de tous les Savans : ainſi, ſans vouloir diminuer les éloges dus à la ſagacité de ce Médecin, & à l'eſprit vraiment philoſophique avec lequel il raiſonna les faits les plus familiers, on peut dire qu'il jouit de toute la réputation qu'il pouvoit obtenir dans un ſiècle qu'il ne trouva pas préparé, & qu'il ne prit pas la peine de préparer lui-même à recevoir cette opinion. Comment en eût-il fait ſentir toute l'importance, il ne l'avoit pas prévue; il paroit plutôt deviner la cauſe d'un fait ſingulier, que découvrir un principe dont les conſéquences doivent former un corps de doctrine & répandre la lumière ſur une partie des opérations de la nature!

(2) Je dois nommer ici M. Bayen comme ayant un des premiers annoncé des doutes ſur la vérité de

avoit lui-même publié des expériences qui annonçoient qu'une certaine portion de l'air athmosphérique contribuoit matériellement à la production des acides & des chaux métalliques; *ce sentiment ne lui paroissoit pas cependant incompatible avec celui de Stahl* (1); ce ne fut que sur la fin de 1777, que ce savant Académicien *osa mettre en avant une opinion directement contraire à sa théorie* (2); il avouoit encore que *les phénomènes de la calcination des métaux & de la combustion s'expliquoient très-heureusement dans l'hypothèse de ce Chymiste;* il ne vouloit aussi que proposer *une hypothèse*, qui lui paroissoit appuyée d'autant de probabilités, & se prêter avec une égale facilité à l'explication de tous les faits; mais il demanda aux partisans de l'ancienne doctrine *de prouver l'existence de la matière du feu* ou du phlogistique *dans les combustibles;* il dénonça comme un cercle vicieux l'argument reçu, que les corps brûloient parce qu'ils contenoient ce principe, & qu'ils contenoient ce principe puisqu'ils brûloient; en un mot, il prononça nettement que si l'on pouvoit se passer de cette supposition, *le systême de Stahl se trouveroit ébranlé jusques dans ses fondemens.*

Il s'en falloit bien cependant que l'on pût alors se passer du phlogistique, ni réédifier tout d'un coup, avec la nouvelle hypothèse, tout ce que les Chymistes avoient si industrieusement élevé sur l'ancienne base, ni même que l'on fût assez avancé pour résoudre les difficultés sans nombre que présentoit cette doctrine. En se replaçant à cet instant, on ne peut s'empêcher d'être étonné du doute hardi de M. Lavoisier (3); mais n'eût-il eu dans le principe

---

la doctrine de Stahl, en publiant des expériences très-intéressantes dans le Journal de Physique de 1775; Cahier de Décembre, p. 498.

(1) Opuscules physiques & chymiques, p. 280, 294, &c.

(2) Ce sont ses termes, *Mémoire sur la Combustion*, &c. imprimé dans le volume de l'Académie royale des Sciences de 1777, p. 593.

(3) On ne sera pas fâché sans doute de connoître l'impression que fit ce premier doute sur l'un de ces hommes qui étoient les plus faits pour l'apprécier; ceci tient immédiatement à l'Histoire de la Science, ou, pour mieux dire, à l'Histoire de l'esprit humain, dans les périodes de révolutions de systêmes : le célèbre Macquer m'en écrivit en ces termes, le 15 Janvier 1778 :

« M. Lavoisier m'effrayoit depuis long-temps par une grande découverte qu'il réservoit *in petto*, & » qui n'alloit pas moins qu'à renverser de fond en comble toute la théorie du phlogistique ou feu combiné : » son air de confiance me faisoit mourir de peur. Où en aurions-nous été avec notre vieille Chymie, » s'il avoit fallu rebâtir un édifice tout différent? Pour moi, je vous avoue que j'aurois abandonné » la partie. Heureusement M. Lavoisier vient de mettre sa découverte au jour, dans un Mémoire lu à » la derniere Assemblée publique; & je vous assure que depuis ce temps j'ai un grand poids de moins » sur l'estomac. Suivant M. Lavoisier, il n'y a point de matière du feu dans les corps combustibles; elle » n'est qu'une des parties constituantes de l'air; c'est l'air & non ce que nous regardions comme corps » combustible qui se décompose dans toute combustion; son principe igné se dégage & produit les phé- » nomènes de la combustion, & il ne reste plus que ce qu'il nomme *la base de l'air*, substance qu'il » avoue lui être entièrement inconnue. Jugez si j'avois sujet d'avoir une si grande peur. »

Cette confiance n'étoit plus si entière en 1782, comme on en peut juger par l'extrait qu'il donna dans le Journal des Savans, des *Leçons de Chymie* de M. de Fourcroy. Il n'oublie pas d'avertir que ce Chymiste *n'a pas pris le parti violent de rejeter entièrement le phlogistique;* mais il reconnoit déjà qu'il faut ajouter à *la sublime théorie* de Stahl *que, dans toute combustion, l'air pur peut seul dégager la matière du feu des liens de la combinaison;* il avoue, par rapport à la restitution de l'acide vitriolique à l'état de soufre, *qu'il est plus sage de lier les deux théories & d'admettre la séparation* du phlogistique *du charbon, en même temps que la séparation de l'air de l'acide;* il soupçonne *que le gas inflammable peut bien n'être*

l'autre fondement que cette maxime, trop oubliée, du grand Descartes, que :elui qui aspire à connoître la vérité doit, une fois en sa vie, s'appliquer à louter de tout ce qu'il a appris; on n'en devroit sans doute pas moins d'éloges l'illustre Académicien qui, animé de cet esprit philosophique, auroit osé ›orter le premier coup à l'idole de l'erreur; & lorsqu'après s'être élevé au lessus du respect superstitieux qui en imposoit à ses Contemporains, il n'a :essé de contribuer par ses travaux à remettre la vérité à sa place, il n'est ›lus permis de quereller cette hardiesse, qui ne pouvoit être que l'élan du ;énie, & que le succès a pleinement justifiée.

C'en est assez pour faire juger de l'état de la Science à l'époque où j'ai ›ntrepris cet Ouvrage. J'avois observé, en 1772, que le phosphore acquéroit ıne augmentation de poids sensible en passant à l'état d'acide; lors de la rédac- ion des Élémens de Chymie pour les Cours de l'Académie de Dijon, je egardois déjà comme suffisamment prouvé, que les acides fixoient une certaine ¡uantité d'air qu'ils ne pouvoient perdre sans décomposition; que l'air étoit éritablement le seul acide universel, l'élément acide (*voyez ci-devant pages* *'6, 115, 369, 404*) : ce principe avoit été développé, confirmé depuis par ›lusieurs expériences qui m'ont toujours paru au dessus de toute objection; : n'ai pas hésité de le suivre, d'en faire la base de ma théorie sur la nature les *acides;* & comme le premier demi-volume que j'ai publié ne contient ;uère que les acides, j'ai l'avantage de me trouver au niveau des connois- ınces actuelles sur l'article important de l'acidification.

Plusieurs des phénomènes les plus capitaux, tels que les diverses altérations le l'air par les *procédés* appellés *phlogistiquans*, le passage de l'air vital à l'état 'air fixe, la production d'un gas combustible dans les dissolutions métalliques, &c. &c. ne me paroissant pas encore susceptibles d'une explication satisfai- ante, sans le concours d'une substance quelconque, capable de modifier par ı présence quelques-uns de ces produits, ou de déterminer la combinaison ıar le jeu d'une double affinité, j'ai attribué cette fonction au phlogistique;

ıe *le feu fixé de Stahl* (hypothèse si ingénieusement défendue depuis par le célèbre Kirwan), & il aroit attendre du temps le jugement de cette grande question : *la suite fera connoître laquelle de ces* *›inions survivra enfin à toutes les autres.*

En 1783, il ne rappelloit *l'idée absolument neuve* de M. Lavoisier sur la calcination des métaux, qu'en ›servant qu'*il lui avoit déja donné beaucoup de vraisemblance par un grand nombre de très-belles expériences.* 'elles furent ses expressions dans une notice de quelques Observations de M. le Comte de Morrozzo, ui fut imprimée dans le Journal des Savans, de Décembre, & que l'on peut regarder comme son ernier Ouvrage, ou même sa dernière pensée sur cette doctrine qu'il avoit d'abord repoussée. Ces cir- ›nstances & le souvenir que nous conservons de la justesse de son esprit, ne permettent pas de douter ıe s'il vivoit aujourd'hui, il seroit un de ses plus zélés défenseurs.

Je crois pouvoir en dire autant de l'illustre Bergman, qui, dans une vie si courte, a fourni tant de euves de son ardeur à embrasser la vérité. A peine informé de quelques faits importans sur la con- ersion de *l'air vital* en *acide aérien*, il considéroit déjà la liaison de la théorie de la chaleur animale 'ec cette *question fondamentale*, & se réjouissoit de la voir réduite au point que l'on ne pouvoit manquer en avoir bientôt une solution certaine. *Dissertat. sur les Affinités*, §. *48*, *édit. de 1783*. Il m'écrivoit ıcore le 13 Mai de la même année : « *Je ne regarde pas l'hypothèse de Scheele comme démontrée*, mais comme probable...., au reste cela ne peut rester long-temps indécis. »

mais j'ai cherché, autant que les circonſtances me l'ont permis, à gagner du temps pour la diſcuſſion définitive de ces grandes queſtions, en la renvoyant aux articles *air vital*, *eau*, &c. Quand j'ai été forcé de m'expliquer, j'ai eu l'attention de préſenter toutes les hypothèſes, toutes les raiſons qui militoient en faveur de chacun des ſyſtêmes; & ſi j'ai conclu de ce parallèle l'inſuffiſance de la doctrine antiphlogiſtique dans l'état actuel de ſes progrès, j'ai déclaré en même temps que ſi l'on parvenoit à lever les difficultés qui m'arrêtoient, je donnerois auſſi-tôt l'aveu de ma conviction (1), tenant bien plus à honneur d'être le dernier dans le chemin de la vérité, que le premier dans la route de l'erreur.

Le moment eſt venu de remplir cet engagement. Des découvertes récentes, des expériences plus exactes, l'examen plus approfondi de quelques ſubſtances, pluſieurs faits mieux éclaircis ont complèté les preuves que l'on pouvoit deſirer. Je n'ai pas beſoin de dire combien il eſt heureux pour moi que cette révolution ait précédé la rédaction du premier article où je devois traiter de l'air & des fluides aériformes; combien elle me donne déſormais de facilités pour atteindre mon but, combien elle m'épargne de diſcuſſions qui n'euſſent été bientôt que des matériaux pour ſervir à l'Hiſtoire de nos anciennes erreurs! On en jugera par la courte expoſition que je vais faire des principaux points ſur leſquels les opinions me ſemblent devoir être préſentement arrêtées.

1°. Dans toute combuſtion il y a dégagement d'une quantité de matière de la chaleur, proportionnelle à la quantité d'air vital abſorbée ou fixée, moins la portion que s'approprie le nouveau compoſé; ce n'eſt donc pas une claſſe particulière de corps prétendus *phlogiſtiques*, qui recèle ce feu fixé, & qui le fournit à la combuſtion. L'eau & l'acide vitriolique n'ont jamais été placés au rang des ſubſtances phlogiſtiques, il ſe dégage cependant beaucoup de chaleur, lorſqu'on les mêle, parce qu'un corps ne peut entrer dans une combinaiſon intime, ſans que ſon adhérence avec le principe calorique diminue; parce qu'il en laiſſe aller d'autant plus qu'il en eſt plus abondamment pourvu, & qu'après l'air, l'eau eſt une des ſubſtances qui en contient davantage (2).

2°. De tout combuſtible il réſulte, après la combuſtion, un produit qui a des caractères propres qui le diſtinguent abſolument du produit de tout autre combuſtible; c'eſt ainſi que le ſoufre donne l'acide ſulfureux, le phoſphore l'acide phoſphorique, chaque métal une chaux particulière, &c. Il n'y a donc pas un ſeul principe combuſtible dans les différens combuſtibles; car il eſt évident que de la compoſition d'un même corps avec un même corps, il réſulteroit conſtamment un même être compoſé.

3°. Mais ſi l'air vital, ou ſa baſe, en ſe combinant, pendant la combuſtion, avec les divers corps appellés combuſtibles, donne, avec chacun d'eux, des

(1) Voyez ci-devant pages 84, 94, 162, 219, 253, 279, &c. &c. & ſur-tout page 260.
(2) Voyez ci-devant pages 366 & 585.

produits différens, ne faut-il pas du moins qu'ils recèlent tous un principe commun, qui détermine par affinité double une combinaiſon qui ne pourroit avoir lieu par affinité ſimple ? C'étoit là un des argumens, ou, pour mieux dire, une des difficultés qui ſembloit néceſſiter la réunion des deux théories ancienne & nouvelle. S'agiſſoit-il, par exemple, d'expliquer pourquoi le phoſphore brûle ſpontanément, tandis que le ſoufre ne s'allume qu'à la faveur d'une première ignition? On n'en appercevoit point de raiſon probable que la combinaiſon plus intime du phlogiſtique avec le dernier ; & l'on regardoit la différence des effets comme inconciliable avec la ſuppoſition d'une affinité directe. Or, il eſt reconnu préſentement que le ſoufre, & en général tout combuſtible, peut s'unir à la baſe de l'air par la voie humide, même à froid & ſans ignition, quand l'aggrégation de ſes parties eſt relâchée d'avance, ou quand l'air lui-même a dejà perdu une portion de calorique. C'eſt ainſi que le ſoufre brûle, ou, ce qui eſt la même choſe, qu'il s'acidifie ſpontanément à l'air libre, lorſqu'il eſt uni à la potaſſe ou à la chaux; c'eſt ainſi qu'il s'acidifie, ſans chaleur, dans l'acide muriatique ſurchargé d'air vital. Il n'y a donc réellement d'autre condition pour déterminer toute combuſtion, que la température, qui rend efficace l'affinité du combuſtible avec la baſe de l'air (1). En un mot, s'il y avoit, dans les combuſtibles, un principe identique quelconque, dont l'affinité fût néceſſaire pour déterminer la première action de l'air, ce principe, après toute combuſtion, devroit ſe retrouver ou libre ou composé : on ne peut en appercevoir la moindre trace; il n'y a donc aucune preuve de ſon exiſtence.

4°. Il reſtoit à ſavoir cependant d'où provenoit le gas inflammable qui ſe dégageoit pendant la diſſolution des métaux dans la plupart des acides. Ces acides ne perdant rien, il paroiſſoit naturel d'en conclure que c'étoit le métal lui-même qui fourniſſoit à ce produit le principe combuſtible; on pouvoit dire avec quelque vraiſemblance : voilà le phlogiſtique retrouvé, le voilà coërcé dans nos appareils, ſous une forme matérielle ſenſible, & pourvu préciſément de propriétés fort analogues à celles que les Stahliens lui avoient toujours ſuppoſées.

Il faut convenir qu'il n'y avoit point de réponſe ſolide à cette induction, avant la découverte de la compoſition de l'eau. Au moyen de cette donnée nouvelle, tout s'explique aujourd'hui, ou plutôt tout ſe démontre par les faits.

Quand l'acide préſenté au métal eſt privé de ſon eau ſurabondante (2), il

---

(1) Voyez la ſixième loi d'affinité, pages 571 & ſuiv. de ce volume.

(2) Cette expérience capitale a été répétée publiquement au Cours de l'Académie de Dijon, de 1787 : trois onces d'acide vitriolique concentré, miſes dans une cornue avec une once & demie de petits clous de fer, n'ont donné (déduction faite de l'air des vaiſſeaux) que 3,4 pouces cubes de fluide aériforme, qui n'étoit nullement inflammable; pareille quantité du même acide, étendu de trois parties d'eau diſtillée, ont fourni, dans les mêmes circonſtances, 754,5 pouces cubiques de gas inflammable. Dans ce même cours, l'eau fut décompoſée ou recompoſée dans dix-ſept opérations différentes; ce n'eſt pas ici le lieu de rapporter les preuves déjà très-multipliées de cette découverte, & même familières à ceux qui ſont au courant des travaux de MM. *Watt*, *Lavoiſier*, *Cavendish*, *Monge*, *Meunier*, *Kirwan*, *Van Marum*, *Ber-*

n'y a plus de gas inflammable; mais au contraire une quantité de base acidifiable correspondante à la portion d'acide qui a été décomposée. Ainsi, avec l'acide vitriolique on retrouve du soufre en nature; ainsi l'on trouve du gas nitreux dans toutes les opérations où l'acide nitreux a été forcé de céder une partie de son principe acidifiant; & la différence des produits gaseux dans la dissolution des métaux par l'acide nitreux ou par les autres acides, dont il étoit impossible de rendre raison dans l'ancien système, est un résultat prévu, une chose tout-à-fait naturelle & nécessaire dans la nouvelle doctrine.

5°. Il étoit bien connu qu'il se produisoit de l'air fixe ou acide méphitique pendant la combustion du charbon (*voyez ci-devant page 94*); on savoit également que la plus grande partie de l'air expiré étoit de l'air fixe; mais on se refusoit à croire qu'un corps aussi grossier que le charbon pût se trouver en nature dans les poumons, & l'on avoit recours à la matière plus subtile du phlogistique, pour expliquer cette conversion de l'air en acide. Quand il est bien vérifié que le charbon est un combustible particulier, qu'il disparoît presque en totalité & se retrouve en poids dans la composition du gas acide, que la substance charbonneuse ne recèle essentiellement pas un atome de gas inflammable, qu'elle n'en produit qu'autant qu'elle s'acidifie en décomposant l'eau; quand on est parvenu à combiner d'autre manière & sans combustion l'air vital avec cette base charbonneuse (1); quand on est forcé d'avouer enfin que le gas acide expiré est absolument identique avec celui qu'on compose en vaisseaux fermés, de 28 parties, en poids, de charbon, avec 72 d'air vital, il n'est plus digne d'un Philosophe d'opposer une répugnance d'habitude à une telle évidence.

6°. Le célèbre Priestley, lors de ses premières expériences, avoit été induit à penser que l'air rendu nuisible par la combustion & la respiration, pouvoit être rétabli par l'agitation dans l'eau (2). De là s'étoit formée l'opinion générale que c'étoit de l'air altéré par le phlogistique dégagé des corps vivans ou combustibles, & cette éthiologie s'accordoit trop bien avec le système dont tous les esprits étoient préoccupés, pour qu'on en recherchât d'autres preuves; elle fut bientôt consacrée par le nom d'*air phlogistiqué*, qui fut donné à tout air diminué.

Bergman cependant ne s'en laissa point imposer par cette opinion; tout en admettant le principe de Stahl, il avoua de bonne foi que le rôle qu'on lui

---

thollet, &c. & qui ne peut être maintenant combattue, ainsi que le remarque M. Lavoisier, que par ceux qui ne s'apperçoivent pas combien *il est absurde de supposer que deux grains de gas inflammable puissent tenir huit ou dix grains d'eau en dissolution.* (*Rapport sur les nouveaux Caractères chymiques*, &c.) Je ferai mention d'un seul fait, parce qu'il démontre à la fois plusieurs vérités conséquentes à cette doctrine : en traitant à la cornue 8 gros d'acide nitreux pur & 12 gros d'étain, je n'ai recueilli ni gas inflammable, ni gas nitreux; mais j'ai trouvé dans le résidu environ 42 grains d'alkali volatil provenant d'un des principes constituans de l'eau, uni à la base acidifiable de l'acide. Je donnerai dans la suite une description exacte de cette expérience.

(1) Voyez ci-devant p. 574.

(2) *Expériences & Observations sur l'Air*, &c. trad. par M. Gibelin, tome 1, p. 124 & 129.

faisoit

faiſoit jouer dans cette occaſion, étoit inconciliable avec les faits; il fut tenté d'en conclure que cet air, qu'il appella ſimplement *vicié*, péchoit plutôt par défaut que par excès de phlogiſtique, & ne diſſimula pas ſes doutes ſur la poſſibilité de le rétablir par l'agitation dans l'eau (*Diſſertat. XIII*, §. *3*).

Mais nous devons à la franchiſe du Docteur Prieſtley d'avoir détruit lui-même l'erreur à laquelle il avoit donné lieu par ſon premier jugement; il s'eſt aſſuré que l'air nuiſible n'étoit corrigé ni par ſon ſéjour ſur l'eau, ni par ſon agitation avec elle, quand la communication avec l'air ambiant étoit interceptée par le mercure (*Continuation*, *&c. vol. 3*, *ſect. 27*).

Enfin, la découverte de M. Cavendish ſur la génération de l'acide nitreux par l'union inſtantanée de l'air phlogiſtiqué & de l'air vital en vaiſſeaux clos (*philoſ. Tranſ. ann. 1785*, *p. 372*), découverte confirmée par les obſervations de M. Van Marum, par les belles analyſes de M. Berthollet (1), par une foule d'expériences qui coïncident ſi naturellement vers ce nouveau trait de lumière, ne laiſſe plus aucun doute que cet air prétendu phlogiſtiqué ne ſoit un être propre de ſon genre, qui n'a de commun avec l'air vital que de ſe montrer comme lui en état de fluide élaſtique, quand il eſt combiné avec la matière de la chaleur; que l'on ne peut corriger ni modifier au point de le rendre vital; qui conſtitue la baſe acidifiable de l'acide nitreux; qui eſt un des principes de l'alkali volatil; en un mot, que l'on fait entrer dans diverſes compoſitions & qu'on ne décompoſe point.

Ainſi nous n'aurons plus à errer de conjectures en conjectures ſur la vraie nature du radical nitreux; nous ne ſerons plus déſormais obligés de nous repréſenter le phlogiſtique, tantôt comme une matière dont le poids doit être compté dans les analyſes, tantôt comme le plus ſubtil des corps; de le ſuppoſer ici non perméable aux vaiſſeaux, là tout auſſi incoërcible que la chaleur; de lui attribuer des propriétés contraires, ſuivant les circonſtances, ſans pouvoir nous mettre d'accord avec nous-mêmes : nous ne ſerons plus réduits à prendre pour explication la fiction qui identifioit des corps auſſi divers que l'*air vital*, l'*air nuiſible*, le *gas nitreux*, le *gas inflammable* & l'*air fixe*, & qui ne faiſoit dépendre des différences ſi énormes, que d'un peu plus ou d'un peu moins de phlogiſtique (2). Dès qu'on a abandonné l'hypothèſe d'un combuſtible unique, on voit tout rentrer dans l'ordre conforme à la nature des choſes : chaque combuſtible eſt un être de ſon genre, qui laiſſe un produit eſſen-

(1) Je ne veux pas ſeulement parler de ſes Obſervations importantes ſur la décompoſition de l'acide nitreux, que j'ai fait connoître à l'article *acide nitreux*, mais encore de ſes Analyſes de l'alkali volatil, du nitrate ammoniacal & des ſubſtances animales, imprimées dans le Recueil des Mémoires de l'Académie, de 1785. Je crois pouvoir ajouter à ces preuves l'expérience indiquée dans la note précédente.

(2) Indépendamment des Chymiſtes déjà cités, je dois compter encore au nombre de ceux que leurs propres expériences ont convaincus de l'erreur de ce ſyſtème, M. Lubbock, dans ſa Diſſertation *de Principio ſorbili*, publiée à Edimbourg en 1784; M. Scott, dans ſon Eſſai *de Acido aereo* (*Edimb. 1786*); & M. Green, qui a très-bien démontré qu'on ne pouvoit retirer ni air fixe, ni air phlogiſtiqué de la combuſtion du ſoufre, du phoſphore, du gas inflammable, non plus que de la calcination des métaux, ni du mêlange de l'air vital avec le gas nitreux. *Crell*, *Beytrage zu den chemiſch. Annal. 1787*, *part. 3 & 4*.

tiellement distinct, qui a sa mesure propre d'affinité avec la base de l'air vital; chaque produit restitue, lors de la décomposition, les mêmes principes dont il s'étoit formé; le radical nitreux vient se placer dans cette classe de substances combustibles, avec le caractère individuel de retenir dans sa combinaison avec le principe acidifiant bien plus de calorique, de ne contracter cette union (quand il est en état de gas) qu'à la faveur d'une ignition étrangère (1); le gas nitreux diffère de l'acide, comme le composé diffère du surcomposé par l'excès d'un des principes; & la détonnation du nitre n'est que la décomposition de son acide par l'affinité supérieure d'un autre combustible, qui n'a pas de même la propriété, en s'emparant du principe acidifiant, de fixer une aussi grande quantité de la matière de la chaleur.

Ces points fondamentaux éclaircis, il reste sans doute beaucoup à faire dans une Science où chaque découverte semble n'être jusqu'ici qu'une nouvelle route tracée vers un but plus éloigné; mais notre marche sera plus sûre, & nous n'aurons plus les mêmes sujets de craindre d'être obligés de revenir un jour sur nos pas.

Les esprits superficiels regardent volontiers toutes les théories comme des systêmes, fruits d'une imagination plus ou moins heureuse, à qui l'enthousiasme de la nouveauté assure quelques momens d'existence, & qui, étant par cela même sujets aux révolutions des modes, doivent perdre de leur prix en vieillissant, & faire place enfin à d'autres fictions. C'est sans doute à cette prévention, accréditée à la faveur de quelques exemples, que nous devons tant de Romans physiques, dont les Auteurs essaient aussi de se faire un monde & des élémens à leur manière, en ne prenant, de tout ce qui est connu, que ce qui présente une sorte de convenance spécieuse avec leurs idées. Ceux qui sont capables d'un examen plus profond, jugeront bientôt qu'une doctrine dans laquelle on s'interdit jusqu'aux inductions de l'analogie, qui n'admet que des vérités de fait, qui n'est que la masse des résultats de l'observation ou du calcul, qui n'emprunte absolument rien de l'opinion, est nécessairement à l'abri des vicissitudes de l'opinion; qu'une doctrine qui rejette toute hypothèse, ne peut éprouver le sort des hypothèses. Or, telle est la méthode rigoureuse dans laquelle les premiers Chymistes paroissent aujourd'hui se renfermer : la postérité verra s'élever l'édifice dont ils n'auront pu que poser les fondemens; mais elle ne pensera à détruire ce qu'ils auront fait, que quand, avec les mêmes matières & dans les mêmes circonstances, la nature cessera d'opérer les mêmes phénomènes.

Sur la Nomenclature.

On a vu, dans le premier Avertissement, les raisons & les autorités d'après lesquelles je me suis déterminé, tout en commençant cet Ouvrage, à me for-

(1) On peut voir ce que j'en ai dit en exposant la sixième loi d'affinité, p. 574 de ce volume.

mer une Nomenclature aſſujettie à quelques principes. J'ai annoncé en même temps que l'on trouveroit ces principes expoſés à l'article *dénomination;* mais depuis la publication de cette première partie, trois célèbres Académiciens, MM. Lavoiſier, Berthollet & de Fourcroy, également convaincus de la néceſſité de cette réforme, ont bien voulu travailler avec moi à y mettre la dernière main. Tous les objets ont été repris, examinés, diſcutés, dans une ſuite de conférences où nous avons eu l'avantage de réunir encore les conſeils d'une partie des Géomètres de l'Académie royale des Sciences, & de pluſieurs Chymiſtes (1). Enhardis par ce concours de lumières, nous ſommes remontés aux premières vérités métaphyſiques ſur les rapports de l'eſprit d'analyſe dans les Sciences, avec la perfection de leur langue; le ſyſtême a été établi ſur cette baſe; les règles ſont devenues plus invariables; on en a fait une application plus ſévère; l'uſage s'eſt trouvé ſans force pour interrompre l'harmonie d'un plan général, & nous avons conclu à l'unanimité ce que chacun de nous auroit craint auparavant de propoſer.

De ce concert de vues & de travaux il eſt réſulté une méthode plus complète de Nomenclature chymique, d'après laquelle je ſerai obligé d'employer dans la ſuite quelques expreſſions différentes de celles que j'avois adoptées. Foible inconvénient ſans doute près de tous les avantages qu'un langage clair, exact & déſormais uniforme, aſſure à ceux qui cultivent cette Science, ou qui voudront l'acquérir! Ces changemens ſont en petit nombre; ils ſe réduiſent pour la plupart à des terminaiſons que l'on eſt convenu de ramener à une analogie conſtante pour leur donner auſſi quelque valeur. Mais quand ces changemens ſeroient plus conſidérables, quand il ne reſteroit rien de mon premier travail, j'aurois encore à m'applaudir d'avoir conçu cette entrepriſe dans un moment où il n'y avoit guère lieu d'eſpérer de la voir auſſi promptement & auſſi heureuſement conduite à ſa fin.

J'aurois pu me borner à indiquer ici ces corrections, mais j'ai penſé qu'il ſeroit plus convenable de préſenter en même temps tout le ſyſtême de la nouvelle Nomenclature, pour n'avoir plus à revenir ſur le même ſujet. Ainſi cette expoſition tiendra lieu de l'article DÉNOMINATION que j'avois promis.

---

(1) C'eſt ainſi qu'en parle M. Lavoiſier dans un Mémoire lu à la ſéance publique de l'Académie, du 18 Avril 1787, imprimé à la tête de *la Méthode de Nomenclature chymique, &c.* Paris, 1787. Cet Ouvrage a eſſuyé quelques critiques, & l'on devoit bien s'attendre qu'il ne ſeroit pas à l'abri de la contradiction, ſans laquelle il ſemble que les innovations les plus utiles ne peuvent recevoir la derniere ſanction. Mais on a pu remarquer, qu'à la réſerve de trois ou quatre mots pour leſquels on a propoſé ſérieuſement de ſacrifier l'unité de ſyſtême à l'impreſſion qu'ils peuvent faire ſur l'oreille de celui qui les entend pour la première fois, ces critiques portoient bien plus ſur la doctrine que ſur les règles de Nomenclature; c'eſt-à-dire que le grand reproche que nous ont fait ces Cenſeurs, eſt de n'avoir pas créé ou adopté des termes pour exprimer des idées que nous n'avions pas ou que nous tenions pour fauſſes. Ils auroient dû pourtant faire attention que notre plan étoit de nous renfermer dans les faits, & de n'admettre aucune hypothèſe; que nous voulions, comme l'a ſi bien dit M. Lavoiſier, arrêter *une Méthode de nommer, plutôt qu'une Nomenclature:* de ſorte que s'ils parvenoient à prouver la réalité des êtres que leur imagination met en jeu dans la plupart des opérations, leur place ſe trouveroit marquée d'avance, & leurs noms déterminés par des principes que l'on ne ſauroit conteſter.

§.

Il n'eſt point de Science qui exige dans les expreſſions plus d'exactitude & de clarté que la Chymie; puiſqu'elle doit conſidérer la même ſubſtance dans des états très-différens, tantôt unie, tantôt ſéparée, dans un ordre de compoſition plus ou moins avancé, dans des combinaiſons intimes ou dans de ſimples mêlanges, quelquefois d'une manière abſtraite, quoiqu'elle ne ſoit pas réellement iſolée.

Dans une Science qui n'embraſſe qu'un petit nombre d'objets, ou qui ne connoît encore qu'une foible partie de ceux qu'elle doit embraſſer, on peut, ſans grand inconvénient, conſerver la langue que lui ont formée les jugemens haſardés des premiers Obſervateurs; la mémoire reçoit avec les ſignes l'impreſſion de leur impropriété; &, avec le ſecours de l'habitude, on parvient à les entendre enfin ſans confuſion, ou à y appliquer des idées différentes de celles qu'ils expriment. Telle étoit encore la Chymie, il y a à peine vingt ans; mais elle s'eſt tout-à-coup enrichie de nombreuſes découvertes; la claſſe des acides a été portée au-delà du quadruple, & n'eſt pas encore bornée; des terres, des métaux juſqu'alors inconnus ou confondus avec d'autres ſubſtances, ont fourni de nouvelles baſes; les produits des combinaiſons ſe ſont multipliés en proportion (1), & les degrés de compoſition mieux obſervés n'ont plus permis de les réunir ſous un nom commun.

A ces motifs, qui m'engagèrent en 1782 à propoſer une Nomenclature perfectionnée, il faut joindre aujourd'hui ceux qui naiſſent de l'abandon d'une hypothèſe qui, prêtant aux objets eux-mêmes des couleurs feintes, ne pouvoit manquer d'en conſerver la nuance trompeuſe dans les ſignes adoptés pour les repréſenter. Que l'on conſidère enfin la néceſſité devenue urgente de choiſir une fois entre une foule d'expreſſions qui formoient autant d'uſages qu'il y avoit d'Écrivains, la néceſſité de créer des noms à des êtres qui n'avoient pas encore été nommés, & l'on conviendra ſans doute que le moment étoit heureux, & marqué par les circonſtances, pour travailler à une réforme générale de la langue de Chymie.

Je ne m'arrêterai pas à relever en détail les impropriétés des anciennes dénominations, les fauſſes analogies qui leur ont donné naiſſance, l'embarras qu'elles portent dans le diſcours, les erreurs qu'elles perpétuent, les mépriſes qu'elles occaſionnent journellement : on aura aſſez d'occaſions de les remarquer, puiſque je ſerai encore obligé de les rappeller quelquefois, & même de les placer à leur ordre alphabétique, pour indiquer celles que l'on y a ſubſtituées. D'ailleurs, leur imperfection eſt un point généralement avoué : reſte donc à

(1) On peut en prendre une idée à l'article *affinité*, §. VI. M. de Fourcroy a fait voir, dans le *Mémoire pour ſervir à l'explication du Tableau de Nomenclature*, que *le nombre des ſels neutres pouvoit être porté juſqu'à 722 ſortes.*

exposer les principes d'après lesquels la nouvelle Nomenclature a été formée : ils sont si évidens, que je puis me dispenser de les accompagner de beaucoup de raisonnemens.

PREMIER PRINCIPE. *Une phrase n'est point un nom; les êtres & les produits chymiques doivent avoir leurs noms qui les indiquent dans toutes les occasions, sans qu'il soit besoin de recourir à des circonlocutions.*

On a souvent employé sept ou huit mots pour exprimer ce qui peut l'être d'une manière aussi complète par deux ou trois, comme *sel neutre arsenical à base d'alkali minéral*, &c. &c. Cette épargne de mots n'est pas un médiocre avantage pour la mémoire qui s'en charge, pour la main qui les trace, & même pour l'organe qui les prononce (1).

SECOND PRINCIPE. *Les dénominations doivent être, autant qu'il est possible, conformes à la nature des choses.* Ce sont les termes de l'illustre Bergman, dans l'excellent Discours qu'il a placé à la tête de ses Œuvres; & de cette proposition fondamentale on peut déduire trois corollaires importans.

1°. *Le nom primitif appartient de préférence à l'être le plus simple, à l'être entier, à l'être non altéré; & l'expression qui modifie, qui particularise, doit venir par forme d'épithète ou dans un ordre analogue.*

2°. *La dénomination d'un composé chymique n'est claire & exacte qu'autant qu'elle rappelle les parties composantes par les noms conformes à leur nature.*

3°. *Les noms des inventeurs, qui ne peuvent avoir avec les choses aucune conformité, ni individuelle, ni générique, doivent être proscrits de toute grande Nomenclature.*

TROISIÈME PRINCIPE. *Lorsqu'on n'a pas une connoissance certaine du caractère qui doit principalement déterminer la dénomination, il faut préférer un nom qui n'exprime rien, à un nom qui pourroit exprimer une idée fausse.* C'est pour cela que Bergman conseilloit de ne désigner l'air essentiel à la respiration, à la combustion, que par l'expression *d'air sain*, *d'air pur*, au lieu *d'air déphlogistiqué*, & que l'illustre Historien de l'Académie royale des Sciences lui avoit déjà donné le nom *d'air vital*.

QUATRIÈME PRINCIPE. *Dans le choix des dénominations à introduire, on doit préférer celles qui ont leurs racines dans les langues mortes les plus généralement répandues, afin que le mot soit facile à retrouver par le sens, & le sens par le mot.*

On ne contestera pas ce principe; mais quelque raisonneur subtil s'en prévaudra peut-être pour quereller une lettre omise ou changée dans la formation étymologique; il prouveroit seulement par-là qu'il n'en a point saisi l'esprit : car, pourquoi iroit-on chercher une racine dans une langue morte, si ce n'étoit

(1) Cette pente générale à abréger, non pas seulement les noms, mais encore les mots, a été rem[arqu]ée par le célèbre Écrivain qui a rédigé l'article *Étymologie* dans l'ancienne Encyclopédie.

pour avoir la liberté de lui approprier une idée un peu modifiée, pour l'annoncer, en s'écartant à un certain point de la dérivation directe? Les mots *inclination* & *inclinaison* ont très-certainement le même primitif, comme le remarque le célèbre Auteur de l'article *Étymologie* dans l'ancienne Encyclopédie; cependant personne ne s'est encore avisé de trouver mauvais qu'on leur eût donné une forme & un sens différens.

Cinquième principe. *Les dénominations doivent être assorties autant que cela se peut, au génie de la langue pour laquelle elles sont formées.* Ce n'est pas sans intention que je place ce principe au dernier rang. Le génie de la langue est une sorte de convenance du matériel des sons, de la métaphysique du style, avec les opinions & les habitudes de ceux qui la parlent purement; il faut sans doute respecter cette convenance, mais ce n'est jamais jusqu'à la faire prévaloir sur la métaphysique du raisonnement, sur la nature même des choses & les règles moins arbitraires qui en dérivent; ce n'est pas au point de lui sacrifier l'intérêt plus pressant de la Science, qui semble demander au contraire que les signes qu'elle emploie soient plus assortis à l'esprit général de toutes les langues, puisqu'elle ne peut croître & s'agrandir que par la facilité de la communication entre tous les Peuples. Le Philosophe ne mettra jamais en parallèle des vérités de nature, que les hommes ne peuvent changer, avec des mots dont ils fixent la valeur au gré de leurs caprices; il ne se plaindra pas de voir troubler ses habitudes pour introduire un meilleur usage; il sait que cet usage, le tyran des langues, ne défend que ce qu'on lui abandonne; qu'il peut devenir l'appui de la raison, quand elle ose lui résister; qu'une foule d'expressions, autrefois jugées barbares, ont été par lui civilisées; & qu'en peu de temps il nous rendra familières celles qui paroissent aujourd'hui le plus choquantes. M. Lavoisier en attestoit déjà l'expérience, en annonçant à l'Académie notre plan de réforme. *Nous avons observé* (dit-il) *que l'oreille s'accoutumoit promptement aux mots nouveaux, sur-tout lorsqu'ils se trouvent liés à un système général & raisonné* (1).

Ces principes établis, je passe à l'exposition du système entier de la nouvelle Nomenclature; je le prendrai dans le Mémoire même que je présentai à l'Académie royale des Sciences, le 2 Mai 1787, qui ne fut, ainsi que je l'annonçai, que le résultat de plusieurs conférences, *l'expression du vœu unanime & le précis des discussions, qui l'avoient précédé.* J'y parlerai donc encore au nom de tous les célèbres coopérateurs de ce grand travail; ce seroit en affoiblir l'autorité, que d'en changer la forme.

Dans le plan que nous nous sommes proposé, les corps simples, c'est-à-dire ceux qui n'ont pu jusqu'à présent être décomposés, doivent fixer d'abord notre attention; puisque les dénominations des substances réduites à leurs élémens par

(1) *Mém. sur la nécessité de réformer & de perfectionner la Nomenclature de la Chymie, &c.* p. 24.

des analyses exactes, seront naturellement déterminées par la réunion des signes de ces élémens.

Ces substances non décomposées peuvent être divisées en CINQ classes.

La première comprend les principes qui, sans présenter entre eux une analogie bien marquée, ont néanmoins cela de commun qu'ils semblent se rapprocher davantage de l'état de simplicité, qui les fait résister à l'analyse, & les rend en même temps si actifs dans les combinaisons.

Nous plaçons dans *la seconde* toutes les bases acidifiables ou principes radicaux des acides.

La troisième réunit toutes les substances dont le principal caractère est de se montrer sous la forme métallique.

Les terres occupent *le quatrième* rang.

Et les alkalis *le cinquième.*

A la suite de ces cinq classes, nous indiquerons dans un *appendice* les substances plus composées qui, se combinant à la manière des corps simples, ou sans éprouver une décomposition sensible, nous ont paru devoir entrer dans le Tableau de Nomenclature méthodique pour en complèter le systême.

Revenons présentement sur chacune de ces divisions.

SECTION PREMIÈRE. *Des Substances qui se rapprochent le plus de l'état de simplicité.*

Les substances de la première classe sont au nombre de cinq; savoir : la *lumière*, la *matière de la chaleur*, l'air appellé d'abord *déphlogistiqué*, puis *air vital ;* le *gas inflammable* & l'*air phlogistiqué ;* le dernier sera placé dans le Tableau au rang des bases acidifiables, parce qu'il est réellement celle de l'acide nitreux; mais on verra qu'il possède en même temps des propriétés d'un ordre différent qui nous décident à le comprendre dans cette division.

La lumière & la chaleur paroissent en quelques circonstances produire les mêmes effets; mais nos connoissances n'étant pas assez avancées pour pouvoir affirmer leur identité ou leur différence, nous leur avons conservé à chacune leur dénomination propre; nous avons seulement pensé qu'il falloit distinguer la chaleur, qui s'entend ordinairement d'une sensation, du principe matériel qui en est la cause, & nous avons désigné ce dernier par le mot *calorique.* Ainsi nous dirons que le calorique produit la chaleur, que le calorique a passé d'une combinaison dans une autre sans produire une chaleur sensible, &c. Cette expression sera aussi claire & moins embarrassante dans le discours, que celle de *matière de la chaleur*, que la nécessité de se faire entendre avoit introduite depuis quelques années.

Lorsqu'on a changé le nom d'air déphlogistiqué en celui d'air vital, on a fait sans doute un choix bien plus conforme aux règles, en substituant à une expression fondée sur une simple hypothèse, une expression tirée de l'une des propriétés les plus frappantes de cette substance, & qui la caractérise si essen-

tiellement, que l'on ne doit pas hésiter d'en faire usage toutes les fois que l'on aura à indiquer simplement la portion de l'air athmosphérique qui entretient la respiration & la combustion; mais il est bien démontré présentement que cette portion n'est pas toujours dans l'état gaseux ou aériforme, qu'elle se décompose dans un grand nombre d'opérations, & laisse aller, du moins en partie, la lumière & le calorique, qui sont ses principes constituans, comme air vital; il falloit considérer cette substance, & la désigner dans cet état de plus grande simplicité; la logique de la Nomenclature exigeoit même qu'elle fût la première nommée, pour que le mot qui en rappelleroit l'idée devînt le type des dénominations de ses composés; nous avons satisfait à ces conditions en adoptant l'expression d'*oxigène*, en la tirant, comme M. Lavoisier l'a dès long-temps proposé, du grec ὀξὺς *acide* & γείνομαι *j'engendre*, à cause de la propriété bien constante de ce principe, base de l'air vital, de porter un grand nombre de substances, avec lesquelles il s'unit, à l'état d'acide; ou plutôt, parce qu'il paroît être un principe nécessaire à l'acidité. Nous dirons donc que l'air vital est le gas oxigène, que l'oxigène s'unit au soufre, au phosphore, &c. pendant leur combustion, aux métaux pendant leur calcination, &c. ce langage sera tout à la fois clair & exact.

En appliquant les mêmes principes à la substance aériforme que l'on a nommée *gas inflammable*, on ne peut s'empêcher de reconnoître la nécessité de chercher une dénomination plus appropriée; il est vrai que ce fluide est susceptible de s'enflammer, mais cette propriété ne lui appartient pas exclusivement, au lieu qu'il est le seul qui produise de l'eau par sa combinaison avec l'oxigène. Voilà le caractère que nous avons cru devoir saisir pour en tirer l'expression, non du gas lui-même, qui est déjà un composé, mais du principe plus fixe qui en fait la base, & nous l'avons appellé *hydrogène*, c'est-à-dire engendrant l'eau; l'expérience ayant prouvé que l'eau n'est en effet que l'hydrogène oxigéné, ou le produit immédiat de la combustion du gas hydrogène avec le gas oxigène, moins la lumière & le calorique qui s'en séparent.

La dénomination d'*air phlogistiqué* étoit déjà abandonnée par la plupart des Chymistes (1), qui avoient craint qu'elle ne fût trop expressive, long-temps même avant qu'il fût prouvé qu'elle exprimoit une erreur. On sait maintenant que ce fluide, qui fait une partie si considérable de l'air athmosphérique, n'est pas de l'air vital altéré; qu'il n'a de commun avec l'air respirable que d'être comme lui en état de gas par son union avec le calorique; en un mot, qu'en perdant cet état, il devient un élément propre à diverses combinaisons. Ses droits bien établis à la qualité d'être distinct, il lui falloit un nom particulier, & en le cherchant, nous avons également tâché d'éviter & l'inconvénient de former un de ces mots tout-à-fait insignifians, qui ne se relient à aucune idée

(1) *Voyez* Bergman, Dissert. XXXII, §. 3. Mém. de l'Acad. royale des Sciences. Élémens de M. de Fourcroy, &c.

connue,

connue, & qui n'offrent aucune priſe à la mémoire, & l'inconvénient peut-être encore plus grand, d'affirmer prématurément ce qui n'eſt encore qu'apperçu.

Il réſulte de quelques expériences ſynthétiques de M. Cavendish, confirmées par un grand nombre d'analyſes, que ce principe entre dans la compoſition de l'acide nitreux. M. Berthollet a prouvé qu'il exiſtoit dans l'alkali volatil & dans les ſubſtances animales; il eſt probable que les alkalis fixes le contiennent auſſi; on auroit pu d'après cela le nommer *alkaligène*, comme M. de Fourcroy l'a propoſé. Mais l'analyſe de ces compoſés n'eſt point aſſez avancée pour qu'on puiſſe déterminer ſûrement la manière d'être de ce principe dans ces différens corps, ni en déduire une propriété uniforme & conſtante; il étoit d'ailleurs impoſſible de renfermer dans un ſeul terme l'expreſſion de la double propriété de former le radical d'un acide, & de concourir à la production d'un alkali; il n'y avoit pas de raiſon de conſidérer par préférence une de ces propriétés; & en l'admettant ſeule, c'eût été donner à l'autre une ſorte d'excluſion. Dans ces circonſtances, nous n'avons pas cru pouvoir mieux faire que de nous arrêter à cette autre propriété de l'air phlogiſtiqué, qu'il manifeſte ſi ſenſiblement, de ne pas entretenir la vie des animaux, d'être réellement *non vital*, de l'être, en un mot, dans un ſens plus vrai que les gas acides & hépatiques qui ne ſont pas comme lui partie eſſentielle de la maſſe athmoſphérique, & nous l'avons nommé *azote* (1), de l'*a* privatif des Grecs, & de ζωή, *vie*. Il ne ſera pas difficile après cela d'entendre & de retenir que l'air commun eſt un compoſé de gas oxigène & de gas azotique.

SECTION II. *Des Baſes acidifiables, ou principes radicaux des Acides.*

La claſſe des ſubſtances dont le caractère principal eſt de paſſer à l'état d'acide, eſt bien plus étendue, mais elle préſente auſſi plus d'uniformité; & il ſuffira de s'arrêter à quelques-unes des ces ſubſtances, de les ſuivre dans leurs diverſes compoſitions & ſurcompoſitions, pour donner une parfaite intelligence de la Nomenclature de toute cette partie.

Il faut diſtinguer dans cette claſſe les acides dont les baſes acidifiables ſont connues, & ceux que l'on n'a pas encore décompoſés, ou dont on n'eſt pas parvenu à recueillir ſéparément les principes qui conſtituent leurs caractères différentiels.

Les baſes acidifiables connues ſont l'*azote* baſe de l'acide nitreux (comme nous l'avons déjà annoncé dans la ſection précédente), le *charbon*, le *ſoufre* & le *phoſphore;* c'eſt ſur ces baſes, dont les combinaiſons ſont plus multipliées,

(1) On a remarqué que, ſuivant le Dictionnaire de Trévoux, *azot* ſignifioit la matière première des métaux, le mercure des Philoſophes : on auroit pu citer auſſi Paracelſe, qui ſe ſert réellement des mots *azot* & *azoth* pour indiquer le mercure, ayant le ternaire cabaliſtique, prédeſtiné pour pluſieurs milliers de formes, ou les caractères tracés par le doigt de Dieu ſur toute créature, c'eſt-à-dire les lignes de ſuture du crâne, *fiſſura cranii*, qui montrent les quatre ſoufres de l'homme tournés vers les quatre points cardinaux, ainſi que l'*yliaſtrum*, l'*hirbel*, &c. *Lib. de ligno & lineâ vitæ.* Je ne crois pas que beaucoup de perſonnes ſoient tentées de tirer de l'oubli de pareilles inepties, pour avoir occaſion de ſuppoſer que nous avons détourné la ſignification d'un terme déjà reçu.

plus faciles à ſuivre, que nous avons établi la méthode de nommer; pour les autres, telles que les baſes de l'acide marin, de l'acide du borax, de l'acide du vinaigre, &c. &c. nous nous ſommes contentés de déſigner l'être ſimple qui y modifie l'oxigène, par l'expreſſion de *baſe acidifiable*, ou, pour abréger, de *radical* de tel acide, afin de garder la même analogie, & de pouvoir conſidérer à leur tour chacun de ces êtres d'une manière abſtraite, ſans rien haſarder ſur leurs propriétés eſſentielles, juſqu'à ce qu'elles aient été découvertes & conſtatées par des expériences déciſives. Il eſt probable que pluſieurs de ces acides ont des baſes compoſées, ou même qui ne diffèrent entre elles que par des proportions diverſes des mêmes principes. Quand l'analyſe aura démontré leur premier élément & leur ordre de filiation, il ſera juſte ſans doute de les ramener à ce type originel; mais il ne ceſſera pas pour cela d'être utile d'étudier leurs propriétés, leurs attractions dans leur état actuel de compoſition, & nous ne pouvions dès-lors nous diſpenſer de les comprendre dans le ſyſtême de Nomenclature.

Cela poſé, prenons pour exemple le *ſoufre* ou baſe acidifiable de l'acide vitriolique (le troiſieme de cette claſſe); les produits très-nombreux de ſes combinaiſons, connus depuis long-temps, nous mettront à même de développer les règles que nous nous ſommes formées, & d'en ſuivre l'application de la manière la plus avantageuſe, pour faire connoître la progreſſion des compoſitions & le ſyſtême général du Tableau.

Le ſoufre, en ſe combinant avec l'oxigène, produit un acide; il eſt évident que, pour conſerver l'idée de cette origine, pour exprimer clairement le premier degré de compoſition, le nom de cet acide doit être un dérivé du nom de ſa baſe; mais cet acide ſe préſente en deux états de ſaturation, & manifeſte alors des propriétés différentes. Pour ne les pas confondre, il falloit affecter à chacun de ces états un nom qui, conſervant toujours la racine primitive, marquât néanmoins cette différence; il falloit remplir le même objet pour les ſels formés de ces deux acides; il falloit enfin conſidérer le ſoufre dans d'autres combinaiſons directes, par exemple, avec les alkalis, les terres, les métaux; CINQ TERMINAISONS différentes, adaptées à la même racine, de la manière qui a paru le plus convenable au jugement de l'oreille, diſtinguent ces CINQ ÉTATS d'un même principe.

L'acide ſulfurIQUE exprimera le ſoufre ſaturé d'oxigène autant qu'il peut l'être; c'eſt-à-dire ce qu'on appelloit acide vitriolique.

L'acide ſulfurEUX exprimera le ſoufre uni à une moindre quantité d'oxigène; c'eſt-à-dire ce qu'on nommoit acide vitriolique ſulfureux volatil, ou acide vitriolique phlogiſtiqué.

SulfATE ſera le nom générique de tous les ſels formés de l'acide ſulfurique.

SulfITE ſera le nom des ſels formés de l'acide ſulfureux.

SulfURE annoncera toutes les combinaiſons du ſoufre non porté à l'état d'acide, & remplacera ainſi d'une manière uniforme, les noms impropres & peu concordans de foie de ſoufre, d'hépar, de pyrite, &c. &c.

Il n'eſt perſonne qui n'apperçoive au premier coup d'œil tous les avantages d'une pareille Nomenclature, qui, en même temps qu'elle indique les diverſes ſubſtances, les définit, rappelle leurs parties conſtituantes, les claſſe dans leur ordre de compoſition, & aſſigne en quelque ſorte juſqu'aux proportions qui font varier leurs propriétés.

Quelqu'un s'étonnera peut-être que nous ayions compris dans cette réforme les noms d'*acide vitriolique* & de *vitriol*, que l'uſage ſembloit avoir conſacrés; c'eſt en effet l'innovation la plus marquée & même la ſeule de ce genre que l'on trouvera dans notre Tableau; nous avons ſenti toute la force de l'objection, nous avons long-temps balancé, & nous n'aurions pas héſité de laiſſer ſubſiſter à la fois, par reſpect pour l'uſage, les expreſſions de *ſoufre* & de *vitriol*, quelque diſparate qu'elles préſentent, ſi nous n'avions eu à les conſidérer qu'individuellement; mais il falloit former un ſyſtême pour toute la claſſe des acides; c'eſt-à-dire pour celle qui eſt la plus nombreuſe & la plus importante; & qui eſt-ce qui nous reprocheroit de n'avoir pas ſacrifié tous les avantages de cette méthode à la conſervation du mot *vitriol?* C'eſt préciſément parce que l'acide que forme le ſoufre eſt celui qu'on emploie le plus ſouvent, qui entre dans un plus grand nombre de préparations, en un mot, celui qu'on apprend à connoître le premier, qu'il étoit plus important de le ſoumettre à l'application rigoureuſe de nos règles, pour le faire ſervir lui-même à en préparer l'intelligence. Au lieu de créer un mot nouveau, nous n'avions qu'à modifier par une terminaiſon nouvelle le mot *ſulfureux*, déjà admis par tous les Chymiſtes. Enfin, nous avons conſidéré que, dans les Arts, dans le Commerce, ce ne ſont pas les noms d'*acide vitriolique*, de *vitriol de fer*, de *vitriol de zinc*, qui ſont uſités, mais ceux d'*huile de vitriol*, d'*eſprit de ſoufre*, de *couperoſe verte*, de *couperoſe blanche*, &c. &c. nous nous ſommes perſuadés que les Chymiſtes, qui avoient déjà abandonné ceux-ci pour l'intérêt de la Science, renonceroient encore volontiers à deux ou trois mots, pour conſerver l'uniformité dans ſa langue.

Quant aux autres acides, nous avons eu beaucoup moins à faire pour aſſortir leurs noms à cet ordre ſyſtématique, comme on peut le voir aux articles *acide nitreux*, *acide tartareux*, *acide phoſphorique*, &c.

Aucun être n'a reçu autant de noms différens que ce gas, auquel M. Black donna d'abord le nom d'*air fixe*, en ſe réſervant expreſſément de changer dans la ſuite cette dénomination, dont il ne ſe diſſimuloit pas l'impropriété. Le peu d'accord des Chymiſtes de tous les Pays ſur ce ſujet, nous laiſſoit, ſans doute, une liberté plus entière, puiſqu'il montroit la néceſſité de préſenter enfin des motifs capables de décider l'unanimité; nous avons uſé de cette liberté ſuivant nos principes. Quand on a vu former l'air fixe par la combinaiſon directe du charbon & de l'air vital, à l'aide de la combuſtion, le nom de cet acide gaſeux n'eſt plus arbitraire, il ſe dérive néceſſairement de ſon radical, qui eſt la pure matière charbonneuſe; c'eſt donc l'acide *carbonique*, ſes compoſés avec baſes ſont des *carbonates*; &, pour mettre encore plus de préciſion dans la

dénomination de ce radical, en le diſtinguant du charbon dans l'acception vulgaire, en l'iſolant, par la penſée, de la petite portion de matière étrangère qu'il recèle ordinairement, & qui conſtitue la cendre, nous lui adaptons l'expreſſion modifiée de *carbone*, qui indiquera le principe pur, eſſentiel du charbon, & qui aura l'avantage de le ſpécifier par un ſeul mot, de manière à prévenir toute équivoque.

La *plombagine*, qui n'eſt que du carbonate uni au fer, prendra le nom de *carbure de fer*, ſuivant l'analogie établie.

L'acide muriatique, tiré du latin *muria*, *muriaticum*, avoit déjà pris la place d'*acide marin* dans les Écrits de quelques Chymiſtes; mais il eſt bien connu qu'il forme un acide à part, en ce qu'il ſe charge par excès d'oxigène, & que, dans cet état, ſon acidité paroît plutôt diminuer qu'augmenter, ce qui vient peut-être de ce que l'oxigène retient dans cette combinaiſon une plus grande quantité de calorique. Quelle que fût la cauſe de ce phénomène, il lui falloit ſans doute une dénomination appropriée à ce caractère particulier, que l'on a juſqu'à ce jour déſigné fort improprement par le nom d'*acide marin déphlogiſtiqué*. Les expreſſions d'*acide muriatique oxigèné*, de *muriates oxigènés*, nous ont paru les plus ſimples, les plus conformes à l'objet que nous nous ſommes propoſé, de n'exprimer que les faits bien avérés. C'eſt en ſuivant toujours cette règle, que nous avons formé les noms de toutes les autres combinaiſons de l'acide muriatique : le ſublimé corroſif devient alors le *muriate mercuriel corroſif;* le mercure doux, le *muriate mercuriel doux;* le ſel produit par la diſſolution ordinaire d'étain dans cet acide, le *muriate d'étain;* le beurre d'étain, le *muriate d'étain ſublimé;* la liqueur de Libavius, le *muriate d'étain fumant*, &c. &c.

L'analogie nous porte à croire que l'acide muriatique a une baſe acidifiable, de même que les acides carbonique, ſulfurique & phoſphorique, qui ſert également à donner un caractère propre & particulier au produit de la combinaiſon oxigène. Nous n'avons dû déſigner cette ſubſtance que par l'expreſſion de *radical* muriatique ou principe radical muriatique, afin de ne pas donner un nom à un être inconnu, & pour nous renfermer dans l'expreſſion de la ſeule propriété que nous lui connoiſſons, qui eſt en effet de produire cet acide. Nous avons eu la même circonſpection par rapport à tous les acides ſur leſquels les connoiſſances ne ſont pas plus avancées, & dont il eſt très-poſſible que, dans la ſuite, on découvre les baſes parmi des ſubſtances déjà nommées. Nous ſommes forcés de comprendre dans cette claſſe juſqu'aux baſes des acides végétaux & animaux, dont nous n'avons pas encore d'analyſe exacte, malgré la facilité avec laquelle on réſout ces compoſés en leurs élémens.

La nature de la baſe acidifiable étant indépendante de la proportion dans laquelle elle ſe trouve unie à l'oxigène, il eſt évident que le ſoufre, par exemple, eſt tout à la fois le radical *ſulfurique* & le radical *ſulfureux;* mais il convenoit de rendre cette expreſſion uniforme pour tous les acides, & nous nous ſommes arrêtés à la terminaiſon qui annonce la ſaturation la plus complète de la baſe acidifiable. Ainſi, nous dirons : *radical boracique*, *radical*

acétique, & même *radical tartarique*, &c. &c. quoique nous ne connoiſſions que l'acide *tartareux*, c'eſt-à-dire, le radical tartarique uni à une très-foible portion d'oxigène, autant que l'on en peut juger par les phénomènes de ſa combuſtion.

Le choix de l'une ou l'autre de ces terminaiſons devenoit plus important pour indiquer, dans les combinaiſons acides elles-mêmes, ces différens états de ſaturation. Lorſqu'ils ont été connus, nous n'avons pas héſité de faire prévaloir l'autorité de la règle ſur celle de l'habitude, en nommant, par exemple, acide *nitrique*, celui où l'azote eſt pourvu de tout l'oxigène qu'il peut prendre, & réſervant le nom d'acide *nitreux* à cet acide beaucoup plus foible, où la même baſe ſe trouve unie à une moindre quantité d'oxigène.

Suivant cette analogie, *l'acide phoſphorique volatil*, ou *phlogiſtiqué*, eſt devenu l'*acide phoſphoreux ;* les expériences de M. Berthollet ſur le vinaigre radical, ayant fait voir que ce n'étoit que le vinaigre ordinaire ſurchargé d'oxigène (1), nous avons cru devoir diſtinguer l'*acide acétique* & l'*acide acéteux*. Cette diſtinction une fois établie, nous a donné les *nitrates* & les *nitrites*, les *phoſphates* & les *phoſphites*, les *acétates* & les *acétites*, comme on l'a vu pour les ſels formés de l'acide du ſoufre : il n'y a d'exception que pour le mot *nitre*, que, par reſpect pour l'uſage, nous avons conſervé comme ſynonyme de *nitrate de potaſſe.*

A l'égard des autres acides que l'on n'a pas encore obtenus dans deux états de ſaturation oxigène, & qui ne ſont peut-être ſuſceptibles que de l'un ou de l'autre, nous devons avertir, que ne pouvant appuyer que ſur de très-foibles conjectures le choix de la terminaiſon appropriée à l'un de ces états, nous n'avons eu, le plus ſouvent, d'autre motif, que d'éviter des dénominations déſagréables à l'oreille, & de nous écarter le moins qu'il étoit poſſible de l'uſage : ce qui nous a paru une raiſon ſuffiſante de préférence, juſqu'à ce que de nouvelles découvertes ayant marqué la véritable claſſe de ces acides, le temps fût venu de faire céder ces conſidérations à l'intérêt plus réel de la Science & de la clarté de ſa langue. Au ſurplus, nous avons toujours gardé le rapport d'analogie qu'indiquent les terminaiſons correſpondantes de ces deux états des acides & des ſels qui en ſont formés. L'*acide benzoïque* produira donc des benzoates ; l'*acide gallique*, des *gallates ;* l'*acide tartareux*, des *tartrites*, &c.

Les acides que l'on retire, par diſtillation, du tartre, des matières ſucrées, du bois, &c. ont été nommés, par les Chymiſtes, *eſprits empyreumatiques ;* il nous a paru important de faire entrer ce caractère dans leurs dénominations; mais, pour en rendre l'expreſſion d'un uſage plus commode, nous l'avons réduite au diſſyllabe *pyro.* L'eſprit empyreumatique du tartre devient, de cette manière, l'*acide pyrotartareux*, & ſes ſels des *pyrotartrites ;* l'eſprit empyreumatique du bois, l'*acide pyroligneux*, & ſes ſels des *pyrolignites ;* l'eſprit em-

---

(1) Mém. de l'Académie royale des Sciences, année 1783, p. 403.

pyreumatique du fucre, du miel, de la gomme, l'*acide pyromuqueux*, & fes fels des *pyromucites* (1).

De même que nous avons vu que le radical d'un acide fe préfentoit en différens états de faturation oxigène, de même plufieurs acides formés font fufceptibles de s'unir à la même bafe en différentes proportions; quelques-uns ont encore la propriété de retenir à la fois plufieurs bafes : d'où il réfulte, 1°. des fels avec excès d'acide, 2°. des fels avec excès de bafe, 3°. des fels triples ou furcompofés. La méthode devoit pourvoir à ce que tous ces cas fuffent clairement diftingués; nous penfons l'avoir fait de la manière la plus fimple : *pour les premiers*, en ajoutant à leurs noms l'épithète *acidule ; pour les feconds*, en employant le mot *furfaturé*, quelquefois en confervant feulement le nom reçu dans le Commerce ; *pour les derniers*, en fpécifiant l'une & l'autre bafe, en exprimant autant qu'il eft poffible adjectivement celle des bafes qui vient en fecond ordre, pour éviter la répétition toujours embarraffante des génitifs.

La crême de tartre . . SERA DONC *le tartrite acidule de potaffe.*
Le fel d'ofeille . . . . *l'oxalate acidule de potaffe.*
Le borax du Commerce . . . . *le borax furfaturé de foude*, ou fimplement le *borax.*
Le fel perlé . . . . *le phofphate furfaturé de foude.*
Le fel végétal antimonié (2) . . . . *le tartrite de potaffe tenant antimoine.*
Le fel d'ofeille tenant cuivre . . . . *l'oxalate de potaffe cuivreux.*

Et ainfi des autres furcompofitions, dont il fera facile de fuppléer & d'entendre les noms par leur conformité avec ces exemples.

Il feroit fuperflu d'en dire davantage fur la Nomenclature méthodique des bafes acidifiables ou radicaux des acides & des produits de leurs combinaifons ; nous paffons aux autres divifions du Tableau fur lefquelles nous nous arrêterons beaucoup moins, ce qui précède en ayant déjà préparé l'explication.

SECTION III. *Des Subftances métalliques.*

La divifion qui fuit celle des acides dans le Tableau de la Nomenclature, comprend toutes les fubftances métalliques. Il y en a qui font en même

(1) Ceux qui ont objecté que dans ces mots une des racines étoit grecque & l'autre latine, ignoroient fans doute que Cicéron a écrit que les termes qu'une langue emprunte d'une autre lui deviennent propres : *Mutuemur hoc quoque verbum* . . . ; *dicaturque tam* æther *latinè quàm dicitur* aër . . . . . *fiquidem nos non quafi græcè loquentem audiamus* (de naturâ Deorum lib. 11, n. 67). Ainfi *pyro* eft devenu latin quand, parlant de la pierre dont on fabriquoit les mortiers, Pline a dit *pyro-pæcilon appellavimus* (lib. 36, cap. 22); il eft devenu françois quand on a introduit *pyro*-technie, *pyro*-mètre, &c. Cette règle vaut bien celle que l'on a fuppofée pour quereller ces dénominations, & qui feroit également le procès à Virgile pour avoir employé l'expreffion *melli-ficare ;* à Boileau, qui a adopté *Porte-croix ;* à tous ceux qui copient ou répètent *vince-toxicum*, *Proto-notaire*, *Vice-amiral*, *bi-gamie*, *para-vent*, *tourne-fol*, &c. &c. qui raieroit enfin tout d'un coup plufieurs milliers de mots de toutes les langues vivantes, lefquelles ne font riches que de ce qu'elles ont emprunté de diverfes autres langues, & de la faculté d'affembler enfuite indiftinctement ces dérivés.

(2) Voyez *Opufcules* de Bergman, Differtation X, §. 7.

temps susceptibles de passer à l'état d'acides; c'est par celles-là que nous avons cru devoir commencer pour ne pas interrompre la chaîne qui paroît unir à certains égards les radicaux acides & les métaux.

On s'attend bien que nous n'avons pas cherché à changer les noms des métaux, sur-tout de ceux qui, plus anciennement connus, plus fréquemment employés dans les arts & dans la vie civile, appartiennent encore plus à la langue vulgaire qu'à la langue des Chymistes : nous avons seulement profité de l'occasion pour ramener à un même genre tous leurs noms, suivant le vœu du célèbre Bergman, qui en a dès long-temps donné l'exemple dans ses Ouvrages écrits en latin ; nous avons senti qu'il y avoit même raison, qu'il y auroit même avantage d'établir en françois cette conformité entre toutes les dénominations des substances congénères ; nous avons d'autant moins hésité, qu'il ne s'agissoit pour cela que de changer l'article, l'*e* muet final ne pouvant avoir plus de force pour assujettir le genre dans *le molybdène*, *le tunstène*, *le manganèse* & *le platine*, que dans l'*antimoine*, le *cuivre* & *le mercure*.

Le métal devant être considéré ici comme l'être simple, ce seroit une sorte de contradiction de spécifier cet état par une dénomination composée. Cette réflexion décidera sans doute l'entière proscription du mot *régule*, qui n'avoit été appliqué qu'à quelques métaux, & que la plupart des Chymistes avoient déjà abandonné.

Tous les métaux s'unissent à l'oxigène, mais ils ne produisent pas tous des acides; il n'y en a que trois de connus jusqu'à présent qui manifestent cette propriété, encore sont-ils eux-mêmes susceptibles de ce degré intermédiaire de saturation oxigène, qui paroît constituer l'état le plus habituel des métaux dans cette combinaison. Il convenoit sans doute d'affecter à cet état particulier une dénomination particulière; celle de *chaux métalliques* ne pouvoit être conservée; elle avoit été donnée aux métaux calcinés sur le fondement d'une analogie supposée entr'eux & la pierre calcaire calcinée, & l'on sait maintenant qu'il n'y a aucune analogie entre ces substances, ni par leur nature, ni par leur ordre de composition. Le nom de *chaux* appartenoit plus anciennement à une espèce de terre réduite par le feu à son état le plus simple; pouvoit-on le laisser en même temps aux métaux pour spécifier l'altération qu'ils éprouvent en devenant partie d'un nouveau composé? La première règle enfin d'une bonne Nomenclature est de ne pas revêtir du même signe des êtres aussi essentiellement différens. Nous avons donc dû chercher une expression nouvelle, & pour la rendre conséquente à nos principes, nous avons formé le mot *oxide*, qui, d'une part, rappelle la substance avec laquelle le métal est uni, qui, d'autre part, annonce suffisamment que cette combinaison de l'oxigène ne doit pas être confondue avec la combinaison acide, quoiqu'elle s'en rapproche à plusieurs égards.

Quelques exemples serviront à faire connoître avec quelle facilité ces dénominations une fois reçues, peuvent indiquer tous les états de composition par lesquels un métal peut passer.

L'arſenic pur, c'eſt-à-dire en état de métal, éprouve-t-il l'action du feu? Il ſe convertit bientôt en une matière blanche pulvérulente qui porte dans le Commerce le nom d'arſenic blanc ; c'eſt l'*oxide d'arſenic* ou *oxide arſenical*; l'étain paſſe ſur-le-champ à l'état d'oxide par l'action de l'acide nitrique; tous les métaux ſubiſſent à un certain point cette altération avant que de s'unir aux acides ; la manière d'être de ces oxides varie en pluſieurs circonſtances, & quelques épithètes relatives ou aux apparences extérieures, ou aux procédés de préparation, peuvent ſervir à ſpécifier ces variétés.

Les fleurs de zinc . . . SERONT *l'oxide de zinc ſublimé.*
L'antimoine diaphorétique . . . . *l'oxide d'antimoine par le nitre.*
Les fleurs d'antimoine . . . . . *l'oxide d'antimoine ſublimé cryſtallin.*
La poudre d'Algaroth . . . . . . *l'oxide d'antimoine par l'acide muriatique.*
Le verre d'antimoine . . . . . . *l'oxide d'antimoine vitreux.*
Le précipité *per ſe* . . . . *l'oxide de mercure par le feu.*
Le précipité rouge . . . . *l'oxide mercuriel par l'acide nitrique.*
Le précipité de Caſſius . . . . . *l'oxide d'or par l'étain.*
&c. &c. &c.

Mais l'arſenic, que nous avons pris pour premier exemple, ne donne pas ſeulement un oxide, il produit encore un acide très-caractériſé, lorſque, par des moyens appropriés, on eſt parvenu à lui faire prendre une plus grande quantité d'oxigène ; nous le nommons alors *acide arſénique.* Suivant les expériences de Schéele & de Bergman, le molybdène & le tunſtène ſont dans le même cas, les acides formés de ces métaux prendront les noms d'*acide molibdique*, d'*acide tunſtique.*

Après avoir établi la diſtinction des acides & des oxides métalliques, c'eſt-à-dire des métaux *oxigénés* & des métaux ſimplement *oxidés*, il faut montrer comment la Nomenclature méthodique repréſente ces différentes manières d'être juſques dans les combinaiſons ultérieures dont les uns & les autres ſont ſuſceptibles.

A l'égard des ſels formés des acides métalliques, les dénominations qui leur conviennent ſont déterminées par ce que nous avons dit des acides en général ; c'eſt ici la même marche : de l'acide arſenique viendront les *arſeniates ;* de l'acide molibdique les *molibdates*, toujours avec l'expreſſion des baſes, &c. le ſel neutre de M. Macquer ſera *l'arſeniate acidule de potaſſe.*

On aura la même facilité à déſigner d'une manière claire & exacte les produits des combinaiſons des métaux oxidés. Le foie d'arſenic par l'alkali fixe végétal ſe changera en *oxide arſenical de potaſſe ;* le fer uni à l'arſenic blanc portera le nom d'*oxide arſenical de fer;* la diſſolution de cuivre dans l'alkali volatil, celui d'*oxide de cuivre ammoniacal ;* & ainſi de tous les compoſés analogues.

Quant à la combinaiſon directe des métaux avec les métaux, dans leur état le plus ſimple, & ſans qu'aucun d'eux ſoit ni oxigéné, ni oxidé, nous n'avons rien trouvé de mieux que le mot *alliage*, dont elle eſt depuis long-temps en poſſeſſion, & qui, ſuivi des noms des métaux, & même, dans certaines occaſions, de l'expreſſion des quantités reſpectives & des couleurs, repréſentera

présentera avec toute l'exactitude qu'on peut desirer, le composé de ce genre que l'on voudra nommer. La dénomination d'*amalgame* qui a été affectée aux alliages de mercure, mérite également d'être conservée, comme ayant l'avantage de renfermer dans un seul signe & sans confusion, les idées d'alliage & de mercure; ainsi le métal des caractères d'Imprimerie sera pour nous l'*alliage d'antimoine & de plomb;* le cuivre jaune, l'*alliage de cuivre & de zinc;* la composition qui sert à étamer les glaces, un *amalgame d'étain*, &c. &c.

Nous n'avons pas besoin de multiplier ici des exemples qu'un long usage a rendu familiers, & dont nous ne nous sommes occupés que pour faire voir que nous n'avions rien oublié de ce qui devoit tenir une place dans le Tableau de Nomenclature.

SECTION IV. *Des Terres.*

Les Chymistes connoissent présentement cinq terres, qui en même temps qu'elles se rapprochent par quelques propriétés communes, se font distinguer par des caractères propres bien constatés, & auxquelles il importe conséquemment de donner des noms particuliers.

Les motifs qui nous avoient déterminés à ramener à un même genre les dénominations de tous les métaux, militoient à plus forte raison pour introduire cette uniformité dans la Nomenclature des terres; c'est ce que nous avons observé, & en adoptant pour celles-ci le genre féminin, nous trouvons l'avantage de le faire servir à représenter sans cesse à l'esprit les limites qui séparent ces différentes substances.

Nous avons considéré d'autre part que plusieurs de ces terres se rencontrant le plus habituellement dans un état véritablement salin, ce n'étoit pas ce composé, mais la terre elle-même avant sa composition, que le nom devoit indiquer; la dénomination de tout sel devant être formée, comme nous l'avons dit précédemment, de l'expression de la base.

Enfin, la plupart de ces terres se trouvent naturellement unies les unes aux autres, soit dans l'état de combinaison, soit dans l'état de mêlange; or, nous avons compris, en premier lieu, qu'il n'étoit pas possible de laisser un seul & même signe pour le simple & le composé, pour le pur & l'impur; nous avons pensé, en second lieu, que nous n'avions pas le droit de détourner de leur acception usuelle les noms de ces matières qui existent en grandes masses, pour les appliquer aux terres simples qu'elles recèlent; que l'Agriculteur, l'Artiste, le Minéralogiste qui s'en occupent, réclameroient bientôt des noms qu'ils n'eussent pas besoin de modifier perpétuellement par des épithètes, ou qu'ils s'obstineroient à retenir les noms simples sans en changer la valeur, au risque de tout confondre & de ne s'entendre qu'avec eux-mêmes.

Ces principes posés nous ont conduits à substituer la *silice* au quartz, à la terre vitrifiable, en laissant le mot *silex* en possession de représenter l'espèce déjà très-composée dont on fait les pierres à fusil.

L'argille est une des substances les plus abondamment répandues sur la sur-

face du globe; mais l'eſpèce de terre de qui elle reçoit ſon principal caractère n'y eſt jamais pure, tellement que pour examiner ſes propriétés, les Chymiſtes ont été obligés de la chercher dans cette portion de l'argille qui forme l'alun, & qu'ils ont nommée, pour cette raiſon, *terre baſe de l'alun*; de là, nous avons tiré *alumine*; & tandis que, dans le langage exact, l'alun du Commerce ſera un ſulfate d'alumine, le mot argille conſervant ſon acception vulgaire, repréſentera un mêlange terreux, dont l'alumine fait la partie dominante.

La terre qui exiſte dans le marbre, dans la craie, dans le ſpath, en état de ſel carbonique, retiendra le nom de *chaux*. Nous avons déjà eu occaſion de remarquer que l'être ſimple dont il s'agit ici de déterminer le ſigne, réſidoit eſſentiellement dans cette portion que laiſſe la calcination de la pierre, & qui depuis long-temps eſt appellée *chaux-vive*, à cauſe de l'énergie avec laquelle elle tend à la combinaiſon; le Chymiſte qui en découvre le principe dans ſa ſimplicité même & dans ſon iſolement de tout autre corps, ſe diſpenſera d'indiquer par une ſeconde expreſſion une propriété que ſuppoſe néceſſairement la première.

La quatrième terre que nous avons à nommer eſt la terre peſante, ou, pour mieux dire, la terre baſe du ſpath peſant; nous remplaçons ces expreſſions impropres ou périphraſées par le mot *baryte*, dérivé du grec βαρὺς, *peſanteur*, qui rappelle aſſez l'ancienne dénomination pour aider la mémoire, qui s'en écarte aſſez pour ne pas donner une idée fauſſe : ce mot déjà naturaliſé dans pluſieurs langues, a été adopté par Bergman lui-même (1).

La cinquième terre eſt la *magnéſie*; elle a été long-temps appellée magnéſie blanche pour la diſtinguer de ce que nous avons nommé oxide de manganèſe noir, auquel on donnoit auſſi le nom de magnéſie; nous n'avons eu qu'à retrancher l'épithète qui devenoit abſolument oiſeuſe.

Il eſt ſouvent commode, quelquefois même néceſſaire à la clarté du diſcours, de pouvoir changer les ſubſtantifs en adjectifs; nos dénominations n'excluent pas cette liberté. Ainſi, la liqueur des cailloux prendra le nom d'*alkali ſilicé*, de *potaſſe ſilicée*; & les expreſſions de *nitrate alumineux*, de *muriate calcaire*, d'*acétite barytique*, de *tartrite magnéſien*, ſeront ſynonymes à celles de *nitrate d'alumine*, de *muriate de chaux*, d'*acétite de baryte* & de *tartrite de magnéſie*.

SECTION V. *Des Alkalis.*

Parmi les ſubſtances journellement employées dans les opérations des Chymiſtes, aucunes n'exigeoient une réforme plus entière que celles que nous continuerons de comprendre avec eux ſous le nom générique d'*alkalis*. Combien d'erreurs funeſtes n'a pas fait commettre en Médecine la reſſemblance

(1) *Diſſertatio de Syſtemate foſſilium naturali*, §. 235. Mém. de la Société royale d'Upſal, tom. IV. Voyez auſſi la Minéralogie de M. Kirwan.

de sel de tartre avec crême de tartre? Est-il besoin de relever l'impropriété, le ridicule de ces expressions : *huile de tartre* par défaillance, *nitre fixé*, *alkali extemporané*, *alkali marin*, *lessive des savonniers*, *esprit de corne de cerf*, &c. &c? On ne doit point être étonné que, pour éviter ces noms absurdes, quelques modernes aient préféré les circonlocutions d'alkali fixe végétal pur, d'alkali fixe minéral pur, & d'alkali volatil pur. C'est ce que fit d'abord le célèbre Professeur d'Upsal; mais dès qu'on eut proposé d'appliquer à chacun de ces alkalis un signe particulier, qui, sans le secours d'aucune épithète, pût le représenter dans l'état caustique, c'est-à-dire privé de tout acide carbonique, il sentit tous les avantages de cette méthode, & s'empressa d'adopter, dans sa dissertation latine sur les classes des fossiles, les expressions de *potassinum*, *natrum*, *ammoniacum*.

Nous avons ajouté à ces vues de perfection de la langue chymique, en féminisant les noms de ces trois substances, pour les rapprocher en quelque sorte des terres avec lesquelles elles ont en effet plus d'analogie qu'avec les métaux. Les noms des trois alkalis dans leur état le plus simple, seront donc la *potasse*, la *soude*, l'*ammoniaque*.

Le mot *potasse*, dont l'origine est allemande, étoit déjà en usage pour désigner l'alkali fixe végétal, retiré par la lessive des cendres; nous proposons donc seulement d'y attacher désormais l'idée de pureté.

Nous avons préféré l'expression de *soude* à celle de natron, non-seulement parce qu'elle gardoit naturellement l'analogie du genre; mais aussi parce qu'elle se trouvoit bien plus avancée dans l'usage. Il n'est point de Chymiste qui ne connoisse les crystaux de soude, & la substance qu'il falloit nommer, est précisément ce qui constitue les crystaux de soude, abstraction faite de l'acide carbonique qui la met en état de crystaux.

Pour former enfin l'*ammoniaque*, nous n'avons fait qu'exprimer substantivement ce que tous les Chymistes exprimoient avant nous par l'épithète *ammoniacal*.

Suivant le plan que nous avons annoncé, les cinq divisions du Tableau de Nomenclature ne devoient comprendre dans la première colonne que des corps simples, ou jusqu'à présent non décomposés, & régulièrement l'ammoniaque ne pouvoit y être admise, puisque l'on est parvenu à découvrir qu'elle n'étoit que le produit d'une combinaison de l'azote & de l'hydrogène. Mais nous avons cru qu'il suffisoit d'en faire l'observation, pour que le rang que nous lui donnons ici ne pût induire en erreur; & que l'objet de ces divisions étant sur-tout de soulager la mémoire par la méthode, il nous imposoit la loi de ne pas séparer des substances qui ont tant de propriétés communes, qui se comportent en tant d'occasions de la même manière, que l'on est si accoutumé à trouver réunies, & qui ne sont peut-être éloignées dans le moment présent, que parce que nous avons fait un pas de plus dans l'analyse de l'une que dans l'analyse des deux autres.

L'ammoniaque entrant dans un grand nombre de combinaiſons ſans ſe décompoſer, il devenoit indiſpenſable de la déſigner par un ſeul mot, pour éviter l'embarras & la confuſion que n'auroit pas manqué de produire dans les dénominations de ces ſurcompoſés, l'énumération répétée de ſes parties conſtituantes.

Les mêmes conſidérations nous engagent à réunir ici dans un appendice pluſieurs autres ſubſtances qui ne ſont pas plus ſimples, dont nous connoiſſons également les élémens, & dont il n'eſt pas moins important de réduire les dénominations à un ſeul terme.

APPENDICE

Contenant la Nomenclature de quelques ſubſtances compoſées, qui ſe combinent quelquefois à la manière des corps ſimples.

En travaillant ſur les matières végétales & animales, on retrouve fréquemment ſoit dans les claſſes, ſoit dans les eſpèces différentes, des principes ſemblables que l'on reconnoît toujours malgré leurs modifications individuelles, & qui peuvent être regardés comme des compoſés chymiques naturels. Tels ſont le *muqueux*, le *gluten*, le *ſucre*, l'*amidon*, les *huiles*, la *réſine*, l'*extrait* & la *fécule*. Il ſuffira de jetter un coup d'œil ſur notre Tableau pour voir que nous n'avons fait ici que déterminer un choix dans le nombre des dénominations que l'uſage nous offroit. Nous avons ſeulement diviſé les huiles en *huiles fixes* & *huiles volatiles*; diviſion qui nous a paru répondre avec un peu plus d'exactitude à leurs propriétés diſtinctives, que celles d'huiles graſſes & d'huiles eſſentielles ou éthérées.

Pour ce qui eſt de cette ſubſtance volatile à laquelle on a donné ſi improprement le nom d'*eſprit recteur*, nous n'avons pas cru pouvoir le laiſſer ſubſiſter; & comme elle eſt eſſentiellement le principe des odeurs, nous lui avons ſubſtitué le nom d'*arome*, qui n'exigera vraiſemblablement aucune explication pour ceux qui connoiſſent la valeur du mot aromatique.

Le produit de la fermentation ſpiritueuſe peut ſans doute retenir ſans aucun inconvénient la dénomination d'*eſprit de vin*; mais ce principe s'unit aux acides, ſe charge des alkalis, diſſout les réſines, & forme non-ſeulement des compoſés, mais des claſſes de compoſés pour leſquels on deſiroit depuis long-temps des dénominations exactes; c'eſt-à-dire un nom de genre ſuivi de l'expreſſion des différentes baſes, au lieu de ces noms impropres & mal aſſortis d'*eſprit de ſel dulcifié*, de *lilium de paracelſe*, de *teinture de gayac*, &c. Le mot *alcohol* ſera d'autant plus propre à remplir cet objet, que la plupart des anciens Chymiſtes l'ont déjà employé dans le même ſens, & pour indiquer l'eſprit de vin le plus rectifié; c'eſt-à-dire préciſément dans l'état de pureté où l'on doit le conſidérer pour le nommer.

De cette manière, l'eſprit de ſel dulcifié deviendra l'*alcohol muriatique*;

le lilium de paracelse, l'*alcohol de potasse ;* l'*offa helmontii*, l'*alcohol ammoniacal ;* la teinture de gayac, l'*alcohol de gayac ;* & ainsi des autres.

Lorsque les combinaisons de l'alcohol avec les acides seront portées à l'état d'*éther*, elles retiendront ce nom qui sera pour-lors le nom générique des produits de cette classe particulière, & toujours avec l'expression de l'acide qui aura été employé. On dira donc *éther nitrique*, *éther acétique*, &c. & l'éther de Frobenius sera l'*éther sulfurique*.

Enfin, nous conservons le nom de *savons* à toutes les compositions des huiles fixes : à la suite de ce nom de genre, on indiquera, lorsqu'il sera nécessaire, l'expression de la substance qui y est combinée avec l'huile. Ainsi, l'on dira *savon de potasse*, *savon calcaire*, *savon acide sulfurique*, *savon de plomb*, &c. Mais il falloit une dénomination particulière pour les compositions savonneuses des huiles volatiles, nous appellerons celles-ci *savonules*, & le savon de Starkey sera le *savonule de thérébentine*, quand on aura quelque motif de spécifier l'huile volatile; il sera le *savonule de potasse*, lorsqu'il conviendra d'indiquer l'alkali combiné avec l'huile.

Cette Nomenclature ainsi établie sur des principes invariables, nous y avons joint un Tableau qui *réunit*, comme l'a annoncé M. de Fourcroy, *sous plusieurs classes de composés, un assez grand nombre d'exemples choisis pour que l'on puisse, à l'aide d'une étude simple & facile, appliquer notre méthode de nommer à tous les composés que les Chymistes connoissent, ou à ceux qui peuvent être découverts par la suite.* J'ai pensé qu'il ne devoit point être séparé de cette exposition, où l'on aimera toujours mieux venir chercher la clef générale de ce systême de Nomenclature, que de l'apprendre pour ainsi dire par dictionnaire.

Ce Tableau se trouve ici formé de la réunion des deux pages qui se regardent, ce qui m'a paru devoir le rendre d'un usage plus commode, & qui m'a donné la facilité d'y ajouter la synonymie latine des dénominations les plus nouvelles ou les plus propres à servir d'exemples pour tous les cas, & à faire voir de cette manière comment ce systême une fois adopté pouvoit devenir propre à toute langue; car il entroit dans nos vues de décider encore par-là, autant qu'il seroit en nous, l'uniformité de langage si essentielle à la communication des travaux & aux progrès de la Science (1).

---

(1) Au moment de livrer cette feuille à l'impression, je reçois la nouvelle Pharmacopée du Collège royal des Médecins de Londres (édit. de 1788), & j'ai la satisfaction de voir que ce Corps illustre a senti comme nous la nécessité de perfectionner la Nomenclature, & qu'il y a travaillé d'après les mêmes principes : *Ingens ille rerum numerus quas nominibus incognitis & nuper fictis insignitas dedimus ansam fortassè alicui ad reprehendendum dabit .... Istæ autem immutationes hùc ferè spectant ut vana quædam & insulsa vocabula, sive à veterum Chemicorum commentis, sive aliundè deducta in desuetudinem & oblivionem abeant, tum præterea ut PER TITULOS IPSOS DESIGNETUR QUÆLIBET COMPOSITIO.* En effet, les noms de *spiritus nitri*, *spiritus salis*, *sal volatilis salis ammoniaci*, *causticum lunare*, *saccharum saturni*, *mercurius sublimatus*, *tartarum vitriolatum*, *tartarum solubile*, *sal rupellensis*, *sal glauberi*, *tinctura martis in spiritu salis*, *æthiops mineralis*, &c. &c. &c. ne s'y trouvent plus que dans la table synonymique & précédés du mot OLIM. Voilà sans doute une autorité d'un grand poids, & un exemple fait pour convaincre que l'intérêt de la Médecine ne sollicite pas moins que l'avancement de la philosophie naturelle, la réformation des anciennes dénominations chymiques & pharmaceutiques.

	SUBSTANCES NON DÉCOMPOSÉES.	MISES A L'ÉTAT DE GAS PAR LE CALORIQUE.	COMBINÉES AVEC L'OXIGÈNE. NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.
	Lumiere.			
	Calorique, Caloricum.			
	Oxigène, Oxigenium.	Gas oxigène *ou* Air vital.		
	Hydrogène, Hydrogenium.	Gas hydrogène, ci-devant *Gas inflammable.*	Eau.	*Eau.*
BASES ACIDIFIABLES COMBUSTIBLES.	**Azote** *ou* Radical nitrique, Azos - otis.	Gas azotique, ci-devant *Air phlogistiqué.*	Base du Gas nitreux. Acide nitrique. *Et avec excès d'Azote,* Acide nitreux.	*Acide nitreux blanc.* *Acide nitreux fumant.*
	Carbone *qu* Radical carbonique, Carbonium.		Acide carbonique, Acidum carbonicum.	*Air fixe.* *Acide crayeux.* *Acide méphitique.*
	Soufre *ou* Radical sulfurique.		Acide sulfurique, Acidum sulfuricum. *Et avec moins d'Oxigène,* Acide sulfureux, Acidum sulfurosum.	*Acide vitriolique.* *Acide sulfureux.*
	Phosphore *ou* Radical phosphorique.		Acide phosphorique, Acidum phosphoricum. Acide phosphoreux, Acidum phosphorosum.	*Acide phosphorique.*

OXIGÉNÉES GASEUSES.	OXIGÉNÉES AVEC BASES. NOMS ADOPTÉS.	OXIGÉNÉES AVEC BASES. NOMS ANCIENS.	COMBINÉES. SANS ÊTRE PORTÉES A L'ÉTAT D'ACIDE.	
				1
				2
				3
				4
Gas nitreux. Gas acide nitreux.	Nitrate de Potasse. de Soude, &c. Nitras - tis. Nitrite de Potasse, Nitris - itis.	*Nitre commun.* *Nitre cubique.*		5
	Carbonate de chaux. de Potasse. de Fer, &c. Carbonas - atis.	*Craie.* *Méphite de Potasse.* *Rouille de Fer, &c.*	Carbure de Fer, Carburetum, ci-devant *Plombagine.*	6
Gas acide sulfureux.	Sulfate de Potasse. Sulfate de Soude. Sulfate de Chaux. Sulfate d'Alumine. Sulfate de Baryte. Sulfate de Fer, &c. Sulfas - atis. Sulfite de Potasse. Sulfis - ifis.	*Tartre vitriolé.* *Sel de Glauber.* *Sélénite.* *Alun.* *Spat pesant.* *Vitriol de Fer.* *Sel sulfureux de Stahl.*	Gas hydrogène sulfuré, ci-devant *Gas hépatique.* Sulfure de Fer, Sulphuretum, ci-devant *Pyrite.* Sulfures alkalins, ci-devant *Foies de Soufre.* Sulfures métalliques, &c.	7
	Phosphate de Soude. de Chaux. Phosphas - atis. Phosphate sursaturé de Soude. Phosphite de Potasse. Phosphis - itis.	*Sel phosphorique à base de Natrum.* *Terre des Os.* *Sel perlé de Haupt.*	Gas hydrogène phosphorisé, ci-devant *Gas phosphorique.* Phosphure de Fer, Phosphoretum, ci-devant *Sydérite.*	8

	SUBSTANCES NON DÉCOMPOSÉES.	MISES A L'ÉTAT DE GAS PAR LE CALORIQUE.	COMBINÉES AVEC L'OXIGÈNE. NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.
BASES ACIDIFIABLES INCONNUES.	Radical muriatique, Radicale muriaticum.		Acide muriatique. *Et avec excès d'Oxigène,* Acide muriatique oxigéné.	*Acide marin.* *Acide marin déphlogiſtiqué.*
	Radical boracique, Radicale boracicum.		Acide boracique.	*Sel ſédatif.*
	Radical fluorique, Radicale fluoricum.		Acide fluorique.	*Acide ſpatique.*
	Radical ſuccinique, Radicale ſuccinicum.		Acide ſuccinique.	*Sel volatil de Succin. Acide karabique.*
	Radical acétique, Radicale aceticum.		Acide acéteux. *Et avec plus d'Oxigène,* Acide acétique.	*Vinaigre diſtillé.* *Vinaigre radical.*
	Radical tartarique, Radicale tartaricum.		Acide tartareux.	
	Radical pyrotartarique, Radicale pyrotartaricum.		Acide pyrotartareux.	*Acide tartareux empyreumatique* ou *Eſprit de Tartre.*
	Radical oxalique, Radicale oxalicum.		Acide oxalique.	*Acide ſaccharin.*
	Radical gallique, Radicale gallicum.		Acide gallique.	*Principe aſtringent.*
	Radical citrique. Radicale citricum.		Acide citrique.	*Suc de Citron. Acide citronien.*

OXIGÉNÉES GASEUSES.	OXIGÉNÉES AVEC BASES.		COMBINÉES SANS ÊTRE PORTÉES A L'ÉTAT D'ACIDE.	
	NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.		
Gas acide muriatique. Gas acide muriatique oxigéné.	Muriate { de Potasse. / de Soude. / calcaire. / ammoniacal. Muriate oxigéné de Soude, &c.	*Sel de Sylvius.* *Sel marin.* *Sel marin calcaire.* *Sel ammoniac, &c.*		9
	Borate sursaturé de Soude *ou* Borax. Borate de Soude, &c. Borate mercuriel.	*Borax* du Commerce. *Borax de Soude, &c.* *Sel sédatif mercuriel.*		10
Gas acide fluorique.	Fluate de Chaux. Fluate d'Argent, &c.	*Spath fluor.* *Fluor d'Argent.*		11
	Succinate de Soude. de Chaux, &c.	*Karabite de Soude.* *de Chaux.*		12
	Acétite { de Potasse. / de Soude. / de Chaux. / d'Ammoniaque. / de Plomb. / de Cuivre, &c. Acétate de Soude, &c.	*Terre foliée de Tartre.* *Terre foliée minérale.* *Sel acéteux calcaire.* *Esprit de Mendererus.* *Sucre de Saturne.* *Vert-de-gris, verdet, &c.*		13
	Tartrite acidule de Potasse. Tartrite de Potasse. Tartrite de Soude, &c.	*Crême de Tartre.* *Sel végétal.* *Sel de Seignette.*		14
	Pyro-tartrite de Chaux. Pyro-tartrite de Fer, &c.			15
	Oxalate acidule de Potasse. Oxalate de Chaux. de Soude, &c.	*Sel d'Oseille.*		16
	Gallate { de Soude. / de Magnésie. / de Fer, &c.			17
	Citrate de Potasse. de Plomb, &c.	*Terre foliée avec le suc de Citron.*		18

SUBSTANCES NON DÉCOMPOSÉES.	MISES A L'ÉTAT DE GAS PAR LE CALORIQUE.	COMBINÉES AVEC L'OXIGÈNE. NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.
SUITE DES BASES ACIDIFIABLES INCONNUES. Radical malique, Radicale malicum.		Acide malique.	*Acide des Pommes. Acide malusien.*
Radical benzoïque, Radicale benzoïcum.		Acide benzoïque.	*Fleurs de Benjoin. Acide benzonique.*
Radical pyrolignique, Radicale pyrolignicum.		Acide pyroligneux.	*Esprit de Bois.*
Radical pyromucique, Radicale pyromuçicum.		Acide pyromuqueux.	*Esprit de Miel. de Sucre, &c. Acide syrupeux.*
Radical camphorique, Radicale camphoricum.		Acide camphorique.	
Radical lactique, Radicale lacticum.		Acide lactique.	*Acide du Lait. Acide galactique.*
Radical saccholactique, Radicale saccholacticum.		Acide saccholactique.	*Acide du sucre de Lait.*
Radical formique, Radicale formicum.		Acide formique.	*Acide de Fourmis. Acide formicin.*
Radical prussique, Radicale prussicum.		Acide prussique.	*Matière colorante du bleu de Prusse.*
Radical sébacique, Radicale sebacicum.		Acide sébacique.	*Acide de la Graisse. Acide du Suif. Acide sébacé.*
Radical lithique, Radicale lithicum.		Acide lithique.	*Calcul de la vessie. Acide bézoardique. Acide lithiasique.*
Radical bombique, Radicale bombicum.		Acide bombique.	*Acide du ver à soie. Acide bombicin.*

OXIGÉNÉES GASEUSES.	OXIGÉNÉES AVEC BASES. NOMS ADOPTÉS.	OXIGÉNÉES AVEC BASES. NOMS ANCIENS.	COMBINÉES. SANS ÊTRE PORTÉES A L'ÉTAT D'ACIDE.	
	Malate de Chaux, &c.	*Malusite de Chaux, &c.*		19
	Benzoate alumineux. de Fer, &c.	*Benzone alumineux. de Fer, &c.*		20
	Pyrolignite de Chaux. de Zinc, &c.			21
	Pyromucite de Magnésie. Pyromucite ammoniacal, &c.	*Syrupe de Magnésie, &c.*		22
	Camphorate de Soude, &c.			23
	Lactate de Chaux, &c.	*Galacte de Chaux, &c.*		24
	Saccholate de Fer, &c.			25
	Formiate de Baryte. de Soude, &c.			26
	Prussiate de Potasse. Prussiate de Fer, &c.	*Alkali phlogistiqué. Alkali prussien. Bleu de Prusse.*		27
	Sébate de Potasse, &c.	*Sel de Segner. Tartre animal.*		28
	Lithiate de Soude, &c.	*Lithiasite de Soude, &c.*		29
	Bombiate de Chaux. de Fer, &c.			30

SUBSTANCES NON DÉCOMPOSÉES.	MISES A L'ÉTAT DE GAS PAR LE CALORIQUE.	COMBINÉES AVEC L'OXIGÈNE. NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.
SUBSTANCES MÉTALLIQUES. L'Arfenic, *Arfenicum.*		Oxide d'Arfenic. *Et avec plus d'Oxigène,* Acide Arfenique.	*Arfenic blanc* ou *Chaux d'Arfenic.* *Acide arfenical.*
Le Molibdène, *Molibdenium.*		Oxide de Molibdène. Acide molibdique.	*Chaux de Molibdène.*
Le Tunftène, *Tunftenium.*		Oxide de Tunftène. Acide tunftique.	*Chaux jaune de Tungftène.*
Le Manganèfe, *Magnefium.*		Oxide de Manganèfe { blanc. noir. vitreux.	*La Manganèfe.*
Le Nickel, *Niccolum.*		Oxide de Nickel.	*Chaux de Nickel.*
Le Cobalt, *Cobaltum.*		Oxide de Cobalt { gris. vitreux.	*Chaux de Cobalt.*
Le Bifmuth, *Bifmuthum.*		Oxide de Bifmuth { blanc. jaune. vitreux.	*Blanc de Fard.* *Chaux jaune de Bifmuth.* *Verre de Bifmuth.*
L'Antimoine, *Stibium.*		Oxide d'Antim. blanc par l'Acide nitreux. Par l'acide muriatique. Oxide d'Antimoine { fublimé. vitreux.	*Antimoine diaphorétique.* *Poudre d'Algaroth.* *Fleurs d'Antimoine.* *Verre de Régule d'Antim.*
Le Zinc, *Zincum.*		Oxide de Zinc. Oxide de Zinc fublimé.	*Chaux de Zinc.* *Fleurs de Zinc, pompholix.*
Le Fer, *Ferrum.*		Oxide de Fer { noir. rouge.	*Ethiops martial.* *Safran de Mars.*
L'Étain. *Stannum.*		Oxide d'Etain blanc.	*Chaux* ou *Potée d'Etain.*
Le Plomb. *Plumbum.*		Oxide de Plomb { blanc. jaune. rouge. vitreux.	*Cerufe* ou *Blanc de Plomb.* *Mafficot.* *Minium.* *Litharge.*

Portées à l'état d'Oxides métalliques avec diverses bases.		OXIGÉNÉES AVEC BASES.	COMBINÉES SANS ÊTRE PORTÉES A L'ÉTAT D'ACIDE.	
NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.			
Oxide d'Arsenic sulfuré { jaune. rouge. Oxide arsenical de Potasse.	*Orpiment. Réalgal. Foie d'Arsenic.*	Arseniate de Potasse, ci-devant *Sel neutre arsenical de Macquer.*	Alliage d'Arsenic & & d'Etain, d'Arsenic & de Fer, &c.	31
Sulfure de Molibdène.	*La Molibdène.*	Molibdate de Potasse, &c.	Alliage, &c.	32
		Tunstate calcaire. *Tungsten des Suédois.*	Alliage, &c.	33
			Alliage, &c.	34
			Alliage de Nickel, &c.	35
Oxides cobaltiques alkalins.	*Précipités de Cobalt, redissous par les Alkalis.*		Alliage, &c.	36
Oxide de Bismuth sulfuré.	*Bismuth précipité par le foie de Soufre.*		Alliage, &c.	37
Oxide d'Antimoine sulfuré { gris. rouge. orangé. vitreux. Oxide d'Antim. alkalin.	*Chaux grise d'Antimoine. Kermes minéral. Soufre doré. Verre & foie d'Antim. Fondant de Rotrou.*		Alliage, &c.	38
Oxide de Zinc sulfuré.	*Précipité de Zinc, par le foie de Soufre. Blende artificielle.*		Alliage, &c.	39
Oxide de Fer sulfuré.			Alliage, &c.	40
Oxide d'Etain sulfuré jaune.	*Or mussif.*		Alliage, &c.	41
Oxide de Plomb sulfuré.			Alliage, &c.	42

SUBSTANCES NON DÉCOMPOSÉES.		MISES A L'ÉTAT DE GAS PAR LE CALORIQUE.	COMBINÉES AVEC L'OXIGÈNE.	
			NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.
SUITE DES SUBSTANCES MÉTALLIQUES.	Le Cuivre, Cuprum.		Oxide de Cuivre rouge. / verd. / bleu.	*Chaux brune de Cuivre. Chaux verte* ou *Verd-de-Gris. Bleu de Montagne.*
	Le Mercure, Hidrargirum.		Oxide mercuriel noirâtre. / jaune. / rouge.	*Ethiops* per se. *Turbith minéral. Précipité* per se.
	L'Argent, Argentum.		Oxide d'Argent.	*Chaux d'Argent.*
	Le Platine, Platinum.		Oxide de Platine.	*Chaux de Platine.*
	L'Or, Aurum.		Oxide d'Or.	*Chaux d'Or.*

SUITE DES SUBSTANCES NON DÉCOMPOSÉES.			*Mises à l'état de Gas par le Calorique.*	
	NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.	NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.
TERRES.	La Silice, Silice - es.	*Terre vitrifiable. Quartz, &c.*		
	L'Alumine, Alumina - æ.	*Argille. Terre, base de l'Alun.*		
	La Baryte, Baryta - æ.	*Terre pesante. Barote.*		
	La Chaux, Calx - cis.	*Terre calcaire. Calce.*		
	La Magnésie, Magnesia - æ.	*Terre base du Sel d'Epsom.*		
ALKALIS.	La Potasse, Potassa - æ.	*Sel de Tartre. Alkali fixe végétal.*		
	La Soude, Soda - æ.	*Alkali minéral marin. Natrum.*		
	L'Ammoniaque, Ammoniaca - æ.	*Alkali volatil fluor* ou *caustique.*	Gas ammoniacal.	*Gas alkalin.*

Portées à l'état d'Oxides métalliques avec diverses bases.		OXIGÉNÉES AVEC BASES.	COMBINÉES SANS ÊTRE PORTÉES A L'ÉTAT D'ACIDE.	
NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.			
Oxide de Cuivre ammoniacal.			Alliage, &c.	43
Oxide de Mercure sulfuré { noir. rouge.	*Ethiops minéral. Cinabre.*		Alliage *ou* amalgame de, &c.	44
Oxide d'Argent sulfuré.			Alliage, &c.	45
			Alliage de Platine & Or, &c.	46
			Alliage, &c.	47
				48
				49
				50
				51
				52
				53
				54
				55

DÉNOMINATIONS appropriées de diverses Substances plus composées, & qui se combinent sans décomposition.

	NOMS ADOPTÉS.	NOMS ANCIENS.
1	Le Muqueux.	*Le Mucilage.*
2	Le Glutineux *ou* le Gluten.	*La Matière glutineuse.*
3	Le Sucre.	*La Matière sucrée.*
4	L'Amidon.	*La Matière amilacée.*
5	L'Huile fixe.	*L'Huile grasse.*
6	L'Huile volatile.	*L'Huile essentielle.*
7	L'Arome.	*L'Esprit recteur.*
8	La Résine.	*La Résine.*
9	L'Extractif.	*La Matière extractive.*
10	L'Extracto-résineux, *quand l'Extractif domine.*	
11	Le Résino-extractif, *quand la Résine est plus abondante.*	
12	La Fécule.	*La Fécule.*
13	Alcohol *ou* Esprit de Vin.	*Esprit de Vin.*
14	Alcohol de Potasse. de Gayac. de Scammonée. de Myrrhe, &c.	*Teinture alkaline.* *Teinture de Gayac.* *de Scammonée.* *de Myrrhe, &c.*
15	Alcohol nitreux. muriatique. gallique, &c.	*Esprit de Nitre dulcifié.* *Acide marin dulcifié.* *Teinture de Noix de Galles.*
16	Ether sulfurique. muriatique. acétique, &c.	*Ether de Frobenius.* *marin.* *acéteux, &c.*
17	Savon alkalin. terreux. acide. métallique.	*Savon alkalin.* *terreux.* *acide.* *métallique.*
18	Savonule de Thérébentine, &c.	*Combinaisons des Huiles volatiles avec des bases.*

AIR. L'air est ce fluide invisible, pesant, très-élastique, sonore, sans saveur, sans odeur; qui se dilate très-sensiblement par la chaleur, qui se condense par le froid; qui fait impression sur le tact, quand il est mu rapidement; qui environne le globe de la terre & pénètre jusques dans les cavernes les plus profondes; qui est nécessaire à la respiration des animaux, à l'inflammation des combustibles, à la production des végétaux; qui est le grand réceptacle de toutes les vapeurs, de toutes les émanations, d'une infinité de corps de toute espèce; qui emporte les uns dans son mouvement, qui s'assimile les autres à la manière des dissolutions; qui est enfin l'un des plus grands agens des combinaisons chymiques dans les trois règnes de la nature, s'il n'est pas réellement le plus puissant.

Cette exposition abrégée des propriétés de l'air n'en donne encore qu'une idée bien imparfaite, & cependant elle est déjà loin de ce que les anciens en ont pensé, comme on le verra dans l'histoire des progrès de nos connoissances sur ce fluide, qui fera la matière de la *première section*.

Je donnerai dans la *seconde* l'analyse de l'air athmosphérique, comme devant désormais servir de base aux vérités les plus importantes, & j'y ferai voir les résultats de l'analyse confirmés par les preuves synthétiques.

Dans la *troisième* j'établirai la division & les caractères distinctifs de tous les fluides aériformes.

Je m'occuperai dans la *dernière* de ceux de ces fluides à qui le nom d'air convient plus particulièrement, pour déterminer leur nature, leurs fonctions dans les diverses opérations spontanées ou artificielles & le jeu de leurs affinités.

Première Section.

Précis historique des opinions sur la nature & les propriétés de l'air.

L'air, suivant *Aristote*, est l'élément humide & chaud, il forme une des cinq régions concentriques renfermées les unes dans les autres (1), depuis la terre jusqu'à l'éther; il est placé entre la région du feu & celle de l'eau; c'est le siège des nuages, des pluies, des vents, de tous les météores; deux espèces d'exhalaisons qui s'y portent produisent les différens phénomènes : l'exhalaison humide est le principe de la pluie, de la neige, de la grêle; l'exhalaison sèche engendre la foudre, les éclairs & les vents. Au rapport de Diodore de Sicile, les Egyptiens avoient les premiers admis cette division des élémens, ils croyoient encore que l'air étoit incorruptible, qu'il s'étendoit jusqu'au ciel, qu'il concouroit à la génération des êtres, & l'épithète de *Glaucopis* qu'ils ont donnée à la Déesse de l'air, annonce qu'ils regardoient le bleu comme la couleur qui lui étoit propre.

Cette opinion que l'air est le principe de tous les corps, a été soutenue par les Philosophes grecs, *Anaximenes*, *Idée*, *Diogène d'Apollonie* & *Archelaus* le Maître de Socrate.

Ceux qui ont mis en question si Aristote avoit connu la pesanteur de l'air, n'avoient pas sans doute sous les yeux ce qu'il en a écrit dans son Traité du ciel, qui ne laisse à cet égard aucune incertitude (2); mais, quoi qu'en dise le P. Castel, il n'y a rien qui annonce la découverte de la pompe pneumatique ni même la possibilité de déterminer le poids de la colonne athmosphérique, & la gloire en reste toute entière aux modernes.

Aristote n'a pas mieux vu ce qui se passoit dans la respiration; après avoir relevé l'erreur d'Empédocle qui avoit pensé qu'elle se faisoit principalement par le nez, qu'elle étoit déterminée par le vuide que le mouvement du sang opéroit alternativement dans une partie des veines; il établit que l'air introduit dans les poumons n'avoit d'autre fonction que de débarrasser l'animal d'une surabondance de chaleur (3), & jugea la plus absurde des opinions celle qui attribueroit la production de cette chaleur à la respiration (4).

Quatre siècles après Aristote, la physique de l'air n'étoit guère plus avancée; Pline l'appelle esprit vital, *spiritus vitalis*, expression qui se trouve aussi dans les ouvrages philosophiques de Cicéron (5); mais dans le récit du Naturaliste, comme dans le discours de l'Orateur, c'est moins une vérité de fait qu'une image. La manière dont le premier parle de la hauteur de l'athmosphère, a fait croire à plusieurs

(1) Κυκλοφορητικόν, suivant l'expression de Sextus Empiricus, liv. 3, c. 4.

(2) Des quatre élémens admis par ce Philosophe, il en distingue un simplement grave, c'est *la terre*; un simplement léger, qui est *le feu*; & les deux autres, *l'eau* & *l'air*, qui ne sont absolument ni graves ni légers, & qui ne jouissent que respectivement de ces propriétés. *Suo enim loco gravitatem habent omnia præter ignem, etiam aer ipse; signum cujus est utrem inflatum plus ponderis quàm vacuum habere.* De Cœlo, lib. IV, cap. 4.

(3) *De Respiratione, cap. 3, 6 & 8.*

(4) On trouve, au chap. 2 du même livre, le passage suivant, remarquable par l'opposition qu'il présente avec la doctrine à laquelle les Modernes ont été conduits par les faits. *Absurdum illud est respirationem esse caloris ingressum. È converso enim rem habere videmus, nempè quod expiratur esse calidum, quod inspiratur frigidum. Cùm verò hoc calidum est anhelantes respiramus, nam quia id quod ingreditur nos satis refrigerare non potest, evenit ut sæpiùs trahamus spiritum. Neque nutricationis gratiâ respirationem fieri existimandum est quasi ignis interior alatur spiritu, & respirante quidem homine, igni materiam incendio aptissimam adjici, alito verò igni expirationem fieri..... quo dicere modo oporteat calorem spiritu gigni figmento persimile est, potiùs enim hunc è cibo fieri videmus.*

(5) *Aer .... natura fertur ad cœlum cujus tenuitate & calore temperatus vitalem & salutarem spiritum præbet animantibus.* De Naturâ Deor. liv. II, n. 88.

qu'il y plaçoit la lune (1); il semble donner à l'air une couleur bleue lorsqu'il se sert de cette comparaison pour indiquer la nuance du diamant de l'isle de Chypre (2); il recueille à son ordinaire quelques traditions fabuleuses telles que celle de la qualité vénéneuse de l'air en automne, qui détermine la chûte des feuilles, celle qui attribuoit à l'air la production du miel (3), &c. La seule observation qui mérite quelque attention, est celle de la méthode déjà connue des Ouvriers employés à creuser les puits, d'y descendre une chandelle allumée pour s'assurer s'il n'y avoit point de danger pour leur vie (4); mais il étoit bien éloigné d'en soupçonner la véritable cause, il ne voyoit dans ce méphitisme de l'air que l'effet des vapeurs sulfureuses ou alumineuses, ou même de sa pesanteur augmentée à raison de la profondeur de l'excavation.

Pour suivre le progrès des connoissances sur le fluide athmosphérique, il est inutile de s'arrêter aux quinze premiers siècles de l'ere chrétienne, il faut se transporter tout d'un coup à la fin du seizième; c'est-à-dire, à cette époque où le grand *Bacon* créa une nouvelle méthode d'étudier la Physique. Le génie de *Descartes* essaie bien encore quelques hypothèses sur la figure de ses parties, sur sa raréfaction par la chaleur, sur sa réaction quand il est comprimé (5); mais on voit en même temps *Galilée* & *Torricelli* soumettre l'air à des expériences statiques, calculer sa pesanteur par l'élévation de l'eau dans les pompes, par la suspension du mercure dans un tube de verre, & dissiper sans retour la chimère de l'horreur du vuide que l'école péripatéticienne faisoit servir à l'explication de ces phénomènes. *Pascal* enseigne à mesurer la hauteur de la colonne de l'air par son accourcissement sur les montagnes, à mesurer les montagnes par la diminution de la colonne d'un fluide plus dense qui lui fait équilibre. La pompe pneumatique est inventée par *Otto-Guericke*, elle devient la machine de *Boyle* par l'heureux usage qu'il en fait dans les expériences les plus ingénieuses. Au moyen d'un récipient rendu vuide d'air, le Physicien anglois & les *Académiciens de Florence* démontrent sa compression, son élasticité, éprouvent ses propriétés pour la transmission de la lumière, du son, de l'électricité, pour l'entretien de feu & de la vie des animaux. *Mariotte* examine sa dilatabilité & essaie de déterminer sa couleur. Enfin *Newton* comparant la densité de l'air permanent avec celle des vapeurs, observe que l'athmosphère humide est plus légère que l'athmosphère sèche (6); *Lowtorp* & *Hauxbée* déterminent la réfraction que l'air plus ou moins condensé ou raréfié fait subir à la lumière.

Telle a été la marche de l'esprit humain dans la recherche des qualités *physiques* de l'air, s'il est encore permis de se conformer à l'usage qui restreint cette expression aux phénomènes qui dévoilent plutôt ses effets méchaniques que sa nature intime; mais il y a une autre manière de considérer l'air & les fluides qui en prennent la forme, pour comparer leur composition respective; cet objet a été long-temps abandonné aux seuls Chymistes, & à ce titre l'histoire de leurs travaux nous appartient plus spécialement.

Ici les premiers traits de lumière datent d'un peu plus haut, non que je croie devoir remonter jusqu'à *Paracelse* qui ne débite à ce sujet que des fictions absurdes (7); mais on ne peut refuser à *Van-Helmont*, qui commença d'écrire sur la fin du seizième siècle, la gloire d'avoir cherché à distinguer l'air & les fluides aériformes, auxquels il donna le nom de *gas* ou esprit sauvage (*spiritus sylvestris*); c'est-à-dire, incoërcible; il paroît avoir observé le gas des charbons ardens, le gas des fruits, celui du soufre, celui de la fermentation vineuse, celui qui se dégage du mélange de l'acide nitrique avec le muriate ammoniacal; celui que produit la détonnation du nitre avec les métaux; celui qui s'élève pendant les dissolutions des yeux d'écrevisses dans le vinaigre, de l'argent dans l'acide nitrique; en général il regarda le gas comme une vapeur aqueuse, comme participant néanmoins des substances concrètes qui le fournissoient (8); celui que donne si abondamment l'huile empyreumatique du tartre lui parut néanmoins composé de

(1) *Histor. natur.* lib. II, cap. 10 & 88.

(2) *Ibid.* lib. XXXVII, cap. 4.

(3) *Cæli sudor, sive siderum saliva, sive purgantis se aëris succus.* Lib. XI, cap. 12.

(4) *Ibid.* lib. XXXI, cap. 3. Vitruve rapporte à peu près la même chose, liv. 8, chap. 7.

(5) *Aerem nihil aliud esse quàm congeriem particularum tertii elementi, tam tenuium & à se mutuò disjunctarum, ut quibuslibet motibus globulorum cælestium obsequantur..... rarefit calore cùm ejus particulæ ferè omnes sint flexiles instar mollium plumularum.* Princip. philosoph. part. 4, n. 45, 46 & 47. *Agitatione materiæ subtilis, quâ cinguntur, facilè moveri & separari possunt.* Meteor. cap. 1.

(6) Optiq. liv. III, quest. 31.

(7) Il paroit même que cet Auteur n'a considéré les divers fluides élastiques que comme les odeurs. Voici ses termes (*De Morbis metallic.* cap. 2). *Quilibet ignis habet suum aërem qui ipsi & est congenitus & ex sulfure oritur.... sicut lilium emittit odorem qui est naturalis impressio inseparabilis à corpore; ita similis etiam odor est in sulfure qui quidem vocatur aër..... Ita intelligite quòd ex sulfureâ minerâ peculiare elementum aëris gignatur, & quamvis iste aër sit solummodò in ea & non extra, tamen quandò ignis calorem à se spargit, etiam aëris illius proprietatem emittit, sicut lilium suum odorem.*

(8) *In pristinam aquam gas redit.* Complexionum, &c. n. 29. *Liquet nullâ artis aut naturæ ope aquam fieri aerem aut vicissim.* Ibid. n. 35. *Gas omne aliquam sui concreti conditionem retinet.* n. 34. Cette opinion de la conversion de l'eau en gas, lui parut une conséquence nécessaire de l'observation qu'il rapporte dans le même Traité, n. 30, que la terre, qui avoit fourni pendant cinq ans à l'accroissement d'un saule, n'avoit perdu que 12 onces, tandis que le saule avoit pris une augmentation de 164 livres.

l'acide caché du vin & d'alkali volatil (1); il plaça enfin parmi les gas les miasmes pestilentiels & la vapeur méphitique de la grotte du chien en Sicile (2).

Boyle confirma la plupart des observations de Van-Helmont; il les multiplia à la faveur de sa machine à faire le vuide; il prouva, comme je l'ai déjà dit, que tous les fluides élastiques ne servoient pas également à entretenir le feu & la vie des animaux : il appella *air artificiel* (3) ce que Van-Helmont avoit nommé gas; il fit enfin un pas bien important en découvrant & démontrant l'absorption de l'air pendant la combustion du soufre & de plusieurs autres substances.

Cela n'empêcha pas *Jean Bernoulli* d'écrire encore en 1690 qu'il n'y avoit point d'autre fluide élastique que l'air : il avoit pratiqué d'une manière assez ingénieuse l'opération que les Chymistes ont appellée *Chyssus*, pour recueillir & déterminer la quantité de gas produite par la détonnation de la poudre à canon, il crut seulement avoir mis en liberté de l'air précédemment combiné (4).

Ce ne fut que plus de trente ans après que *Hales* jeta véritablement les fondemens de la physique de l'air & des gas, en établissant par une suite d'expériences sur un grand nombre de substances des trois règnes, que l'élasticité n'est pas une propriété incommutable de l'air, qu'il existe souvent dans les corps dans un état de fixité, qu'il contribue à l'union de leurs parties constituantes, qu'il est alternativement dégagé ou fixé dans les combustions, les dissolutions; en un mot que l'on doit le *compter parmi le principes chymiques*, *en lui donnant le rang que les Chymistes lui avoient* jusqu'alors *refusé d'un principe très-actif* (5).

Il ne restoit donc en quelque sorte, pour atteindre le but de ces recherches, qu'à mettre en œuvre les appareils imaginés par le Physicien anglois, à suivre ses vues & sur-tout à soumettre à de nouvelles expériences les gas qu'il avoit appris à recueillir & à mesurer, pour en déterminer exactement les propriétés; mais ce n'est pas l'ouvrage d'un moment, de retirer les hommes les plus sages des sentiers de l'habitude & de les ramener dans une route plus sûre. Il faut, pour ainsi dire, que leurs yeux s'accoutument insensiblement à souffrir l'éclat de la nouvelle lumière qui leur est offerte, avant qu'ils se déterminent à la prendre pour guide. Le grand *Boerhaave* se rendit aux preuves que Hales avoit fournies de la fixation de l'air, mais il crut toujours que dans ses différens passages, sa première nature demeuroit immuable (6).

Stahl n'avoit pas été éloigné dans les premiers temps d'admettre plusieurs espèces d'air; mais ni la détonnation du nitre, ni le fluide élastique permanent restitué dans le vuide par les dissolutions métalliques, ne purent le convaincre que l'air perdît réellement sa propriété expansible, & qu'il entrât dans la composition des corps des élémens capables de prendre cette forme (7). On verra ailleurs comment *Venel* imita les eaux gaseuses naturelles, comment le célèbre *Black* établit les propriétés & les affinités de cet air acide, tandis qu'on le confondoit encore avec l'air de l'athmosphère. Son travail marqué au coin du génie rappella l'attention des Physiciens vers les phenomènes que Hales avoit décrits, il sembla apprendre à lire des choses nouvelles dans ce recueil inépuisable, & devint en quelque sorte le signal de ralliement pour rentrer dans cette carrière si féconde en merveilles, & qu'un intervalle de trente ans avoit presque laissé tomber en oubli.

Vers le même temps, *Meyer*, Chymiste d'Osnabruck, publia aussi un ouvrage plein de vues & d'observations sur les phénomènes qui appartenoient à cette branche de la Chymie physique; s'il servit peu à avancer la théorie, il contribua beaucoup à désiller les yeux sur les vices de celle qui régnoit universellement.

Enfin l'illustre *Priestley* nous apprit à distinguer de l'air commun ou athmosphérique, nombre d'*airs factices*; c'est-à-dire, indépendamment de l'*air fixe*, un *air phlogistiqué*, un *air nitreux*, un *air inflammable*, des *airs acides*, un *air alkalin*, & bientôt après un *air déphlogistiqué* : alors une impression générale de curiosité tourna tous les yeux vers les prodiges qui s'opéroient dans les appareils pneumatiques; les Chymistes & les Physiciens se portèrent à l'envi dans cette nouvelle carrière & semblèrent se disputer l'avantage de prendre possession les premiers de ce qui restoit à découvrir. Les uns s'empressèrent de répéter, de varier les expériences, donnèrent crédit

---

(1) *De Flatibus*, n. 62, 67, 68. C'est dans ce Traité, qu'il dit nettement que Paracelse a absolument méconnu la nature des gas, *n. 8*; & il ajoute au nombre 64 : *Mirum sanè quòd Scholæ de his hactenùs nil senserint, nil scripserint, sed cuncta caloris imperio per manus tradiderint.*

(2) *Complexionum*, &c. n. 43. Ce qu'il dit de la manière dont les gas nous affectent, est remarquable : *Spiritus vitæ nostræ, cùm gas sit, potentissimè atque celerrimè à quovis alio gas afficitur.*

(3) Voyez, pour l'histoire particulière de la découverte du gas acide carbonique, l'article *Acide méphitique*, §. 1.

(4) *Anne datur aliud corpus fluidum & vi elasticâ præditum, præter aërem? Vix puto.* Differtat. de Effervescentiâ & Fermentatione.

(5) Statique des végétaux, chap. VI.

(6) *Immutabilis igitur ..... post separationem redeuns qualis antè adunationem fuerat.* De Artis theoriâ, part. 2.

(7) *Non una species absoluta aëris ipsius necessariò supponenda ..... Certè si ullo loco aëris in mixtum aliquod implicati argumentum occurrit, videretur illud in nitro sese exerere, &c.* Il rejette bientôt cette opinion, sur le fondement que le mélange de nitre & de soufre ne donne pas dans le vuide de fluide élastique permanent; d'où il conclut en ces termes : *adeòque potiùs expectare aërem quàm parturire videatur.* Specim. Beccherian. part. 1, sect. 1, n. 16. Les expériences & observations qu'il publia en 1731, prouvent qu'il persista dans les mêmes principes.

à ces merveilles par la multiplicité des témoignages & répandirent le nouvel art de manipuler des fluides invisibles, qui devenoit la clef de cette science; d'autres s'attachèrent à traiter en particulier quelques-uns de ces gas, à étendre le systême de leurs propriétés; plusieurs essayèrent déjà d'heureuses applications des premiers apperçus. Je n'entreprendrai pas de donner la liste nombreuse de tous les coopérateurs; il ne s'agit plus ici d'opinions qu'il suffise de rappeller avec leurs époques & les noms de leurs inventeurs; ce sont des phénomènes qu'il faut présenter avec toutes leurs circonstances, des vérités qu'il faut exposer avec toutes leurs preuves, & qui me fourniront assez d'occasions de faire connoître les travaux des Savans de tous les pays, en m'appuyant de leurs observations. Je dois dire seulement, avant de terminer cette notice historique, que dès l'année qui suivit la publication des observations de M. Priestley sur différentes espèces d'air, M. *Lavoisier*, armé des mêmes instrumens, posa les premières bases (1), sur lesquelles il a depuis élevé cette doctrine qui renverse le systême de Stahl & montre dans les affinités même de l'air les vraies causes des plus grands effets chymiques.

Seconde Section.

Analyse de l'air athmosphérique.

Ce n'est pas sans raison que Hales a donné le titre d'*Analyse de l'air* à cette partie de son ouvrage dans laquelle il a rassemblé quelques preuves de son absorption par diverses substances (2). Il suffiroit à la gloire de ce Physicien d'avoir annoncé la possibilité de cette analyse dans un temps où il pouvoit à peine faire entendre les résultats de ses belles expériences; mais il ne seroit plus permis d'y réunir à son exemple les expériences dans lesquelles il y a production de nouvel air & qui appartiennent plutôt à la synthèse; la matière mieux éclaircie me fait un devoir d'abréger la route en suivant un ordre plus didactique.

Ici, comme dans toute autre analyse, les vrais instrumens sont les substances qui, à raison de leur action & de leurs affinités avec quelques-uns des principes constituans du sujet à analyser, peuvent faire cesser sa composition, isoler ces principes, ou les faire entrer dans une combinaison différente, & procurer ainsi les moyens d'en déterminer la nature & la quantité; mais c'est toujours un point important de se mettre en garde contre l'accession de toute matière étrangère, & l'air qui n'a point été dosé pour servir à l'opération devient étranger à ses résultats; cette condition est donc bien plus difficile à remplir, puisque l'air qui nous environne de toute part remplace instantanément celui qui perd l'état élastique, puisqu'il absorbe & confond dans sa masse avec la même rapidité tous les produits aériformes. On ne peut douter que ce ne soient ces circonstances qui nous ont si long-temps dérobé la connoissance de ces phénomènes. Il convient donc, pour faciliter l'intelligence des expériences que j'ai à décrire, de donner d'abord la description des appareils industrieux par lesquels on a su se rendre maître de ces obstacles.

§. I. *Idée générale des appareils pour manœuvrer l'air & les gas, & de la manière de s'en servir.*

Si l'on eût demandé, il y a à peine quinze ans (3), même à un Physicien, d'aller prendre de l'air dans un lieu indiqué & de le transporter sans mélange, il auroit tout de suite pensé à sa machine pneumatique, à une pompe garnie de robinets, ou du moins à des vessies exprimées, puis remplies à l'aide d'un soufflet; &, à défaut de ces instrumens, il se seroit trouvé fort embarrassé. Aujourd'hui le dernier garçon de laboratoire prendra la première bouteille qui se trouvera sous sa main, il la remplira d'eau, de mercure ou de tel autre fluide capable de déplacer le plus complètement l'air contenu dans ce vaisseau, il le portera dans le lieu indiqué; là il le renversera pour faire sortir ce fluide; & quand l'air aura pris sa place, il plongera l'orifice du vaisseau dans un autre dont le fond sera couvert d'une portion d'eau ou de mercure, & pour-lors il pourra le porter où il jugera à propos, sans craindre que sa quantité varie ou que sa qualité s'altère. Si l'on veut en rendre le transport encore plus commode, on bouche la bouteille, en observant d'y laisser une portion d'eau ou de mercure suffisante pour empêcher que l'air ne soit en contact avec le bouchon, & en tenant toujours ces vaisseaux renversés; c'est-à-dire, l'orifice en bas, on peut y conserver assez long-temps l'air & la plupart des gas sans altération.

Ces manipulations, qu'il est presque minutieux de décrire, tant elles sont devenues familières, doivent néanmoins être considérées comme les premières conditions essentielles au succès des expériences; c'est par elles que l'on a été conduit à imaginer des machines plus compliquées; elles donnent en quelque sorte la clef générale de leurs usages.

I. Lorsque Hales voulut recueillir l'air qui seroit produit par quelque mélange, sans le secours de la chaleur, ou déterminer la quantité de ce fluide qui

---

(1) *Opuscules physiques & chymiques*, &c. présentés à l'Académie en 1773.

(2) Statique des végétaux, chap. VI.

(3) *P. Moitrel d'Element*, Ingénieur françois, avoit bien annoncé, dans une Feuille imprimée à Paris en 1719, qu'il avoit trouvé, par le secours de l'eau, la manière d'emprisonner l'air, de le mesurer & transvaser comme une liqueur; mais il n'avoit pas dirigé ces expériences vers des objets capables d'exciter une grande attention; elles étoient absolument tombées en oubli.

feroit abforbée; il opéra de la manière fuivante.

Il mit le mélange dans le matras à long col B (*Voy. la fig. première des appareils pour les gas*); il introduifit le col du matras dans un grand bocal cylindrique AY, & les ayant inclinés tous les deux prefque horizontalement dans un grand vaiffeau plein d'eau, de manière qu'elle remplit le bocal, autant qu'il étoit poffible, fans entrer dans le matras, il redreffa le matras, ainfi couvert du bocal renverfé, & avant de le tirer du grand vaiffeau, le plaça dans un plus petit XX, en obfervant de tenir toujours l'orifice du bocal plongé dans l'eau; il marqua pour-lors à l'extérieur du bocal, par exemple, en Z, le point où l'eau s'arrêtoit, & fon abbaiffement comme en Y, où fon élévation comme en *n*, lui annonçoit s'il y avoit eu dégagement ou abforption & fervoit à en déterminer les quantités.

Pour recevoir les gas des diftillations, le même Phyficien employa les vaiffeaux repréfentés par la *fig.* 2. R eft une retorte ou cornue de fer dont le col eft prolongé par un fiphon de plomb *r*; le récipient *ab* ayant été fufpendu plein d'eau dans la cuvette *xx*, il introduifoit le bout du fiphon dans le récipient. Ainfi tous les fluides aériformes que la chaleur dégageoit des fubftances renfermées dans la cornue, étoient reçus dans la partie fupérieure de ce récipient d'où ils déplaçoient l'eau.

Ces appareils, qui feroient encore d'ufage dans bien des circonftances, ont fervi de type à tous ceux qui ont été depuis perfectionnés ou modifiés dans des vues particulières. Je me bornerai à faire connoître les plus effentiels.

II. Pour manœuvrer commodément les gas, il faut fe procurer ce qu'on a très-bien nommé la *Cuve pneumatique*, repréfentée par la *figure 18*. C'eft une grande caiffe ABCD portée fur les quatre pieds GHIK, pour donner la facilité d'opérer fans fe baiffer. A l'un des bouts AB eft fixée une table EF un peu au deffous des bords fupérieurs. Cette table qui ne doit occuper qu'environ le tiers de la longueur de la caiffe eft percée en *a* & *b* de trous ronds de 3 à 4 lignes de diamètre, évafés par en bas en forme d'entonnoir; elle porte de plus en *cdef* des ouvertures de 4 à 5 lig. de largeur & de 2 à 3 po. de longueur. Enfin vis-à-vis ces ouvertures font placés fur les parois extérieures de la caiffe des collets dans lefquels entrent des tiges qui portent les tablettes LLL, que l'on peut élever & baiffer à volonté, & qui fe fixent par le moyen d'une vis de preffion.

Cette cuve étant remplie d'eau jufqu'à environ un pouce au deffus du niveau de la table, on pofe fur cette table les vaiffeaux dans lefquels on veut recueillir ou tranfvafer les gas. Ces vaiffeaux font des cloches de verre ou récipiens de diverfe grandeur, les uns portant un fimple bouton, les autres furmontés d'un robinet, des cylindres de verre (*Voyez les figures 25, 26 & 27*), & quelquefois des flacons ou bouteilles dont le goulot renverfé eft affez large pour leur donner une affiette folide.

On commence par vuider ces récipiens d'air commun, ou, ce qui eft la même chofe, par les remplir d'eau, ce qui s'exécute facilement en les enfonçant dans la cuve l'orifice en haut, les retournant lorfqu'ils font pleins & les faifant gliffer fur la table EF, après les avoir élevés à la hauteur de fon niveau. Pour ce qui eft des récipiens à robinet, il fuffit de les defcendre dans la cuve, le robinet ouvert, pourvu toutefois qu'elle foit affez profonde; l'air étant totalement expulfé, on ferme le robinet & on élève le récipient fur la table.

Les bouteilles ou flacons ont cette commodité qu'ils fe bouchent facilement avec un bouchon ordinaire, ou même avec le doigt, & que par ce moyen ils peuvent être remplis hors de la cuve, & portés fur la table ou employés de la même manière dans un vaiffeau qui en tiendroit lieu & qui auroit beaucoup moins de profondeur. On conçoit que, dans ce cas, l'eau doit feulement être affez haute pour qu'il foit poffible de déboucher les vaiffeaux, en tenant toujours leur orifice au deffous du niveau de l'eau & fans y laiffer rentrer l'air.

Au refte, on fe procure le même avantage avec les cylindres de verre, & même avec les plus grandes cloches ou récipiens, en dreffant leurs bords inférieurs, comme pour l'ufage de la machine pneumatique, & préparant des difques ou morceaux de glace taillés en rond d'un diamètre un peu plus grand que celui de l'ouverture du récipient, & que l'on nomme *Obturateurs*. Ils fervent non-feulement à remplir d'eau les récipiens hors de la cuve, fans en avoir befoin, mais encore à les déplacer, à les tranfporter d'un appareil dans un autre, fans craindre le mélange de l'air avec le gas, fi l'obturateur & les bords du récipient font exactement dreffés; ce qui eft néceffaire dans quelques occafions & qui fupplée fouvent à des manipulations tout autrement embarraffantes.

Les récipiens ainfi établis fur la table de la cuve, veut-on y faire paffer une quantité d'air ou d'un gas quelconque, on amène le récipient fur l'un des trous ou entonnoirs *ab*, on plonge dans la cuve le vaiffeau dont on veut tirer l'air, toujours l'orifice en bas, & le redreffant peu à peu avec l'attention de le diriger fous le trou percé en entonnoir; & l'on tranfvafe ainfi commodément tous les fluides aériformes, fans en laiffer échapper une bulle. De même, fi l'on a intention de recueillir le gas produit par quelque mélange, on place un récipient rempli d'eau, comme il a été dit précédemment, fur l'une des ouvertures *cdef* pratiquées dans la table; la tablette L qui fe trouve dans la même ligne à l'extérieur fert à porter le flacon qui contient le mélange; & comme cette tablette peut s'élever & s'abaiffer à volonté, il eft facile de difpofer les chofes de manière que le fiphon de verre, qui eft fixé dans le bouchon du flacon, porte fon extrémité recourbée dans l'ouverture fous le récipient. Enfin, foit que l'on veuille faire divers mélanges de fluides aériformes ou éprouver leur action fur d'autres fubftances, cet appareil eft également de fervice pour faciliter la manipulation.

Les dimenſions de la cuve pneumatique varient ſuivant l'objet qu'on ſe propoſe : un vaiſſeau quarré-long ou oval de 15 pouces de longueur, de 10 de largeur & de 8 à 9 de profondeur, ſuffit à celui qui ne veut que faire de petits eſſais ou démontrer quelques effets ; mais dans un laboratoire où l'on ſuit à la fois pluſieurs expériences en grand, ces proportions doivent être au moins doublées.

On fait de ces cuves en cuivre étamé, en tôle vernie & en bois : le choix de la matière des vaiſſeaux eſt un article important, non-ſeulement pour l'uſage & la durée, mais encore pour la fidélité des réſultats. Le cuivre & le fer ſont trop facilement attaqués par les acides qui, dans un grand nombre d'opérations, ſe mêlent en plus ou moins grande quantité à l'eau de la cuve. Les vaiſſeaux de bois ſont ſujets à couler & durent peu. Ce qu'il y a de mieux eſt une caiſſe de bois bien aſſemblée & doublée de plomb à l'intérieur; la table peut ſe faire tout ſimplement d'un plateau de bois un peu épais, mais il faut bien ſe garder d'y employer du chêne ou autres bois de même nature, dans leſquels l'eau devient bientôt noire & prend une qualité aſtringente ; le ſapin, qui ſe trouve par-tout, n'eſt pas ſujet à cet inconvénient.

Quelques-uns adaptent encore à cette cuve deux robinets; l'un à la hauteur du fond, comme en M, pour la vuider plus commodément; l'autre à 4 ou 5 lignes au deſſus du niveau de la table pour donner iſſue au trop-plein, qui a lieu toutes les fois que l'on plonge dans la cuve un vaiſſeau d'un certain volume, ou lorſque le gas chaſſe l'eau des récipiens placés ſur la table ; qui ſouleveroit & pourroit renverſer ceux qui ſeroient déjà remplis des produits aériformes; qui paſſeroit enfin ſur les bords de la cuve, ſi l'on n'avoit la précaution de l'évacuer de quelque manière.

Le ſervice de la cuve pneumatique exige encore pluſieurs inſtrumens, que je me bornerai à indiquer en peu de mots.

Indépendamment des récipiens dont j'ai parlé & qui doivent être de différentes grandeurs, il eſt bon d'en avoir qui portent des diviſions toutes faites ſur un de leurs côtés extérieurs, pour donner en pouces cubiques, quelquefois même en fractions de pouces, la meſure exacte de l'air produit ou abſorbé. Ces diviſions peuvent être tracées ſur une lame de papier collée & couverte enſuite de vernis ; ou encore mieux gravées ſur le verre par l'acide fluorique, comme je le dirai à l'article *Fluate de ſilice.*

Il eſt ſouvent néceſſaire de peſer les gas : on a pour cela un globe ou ballon A (*fig.* 28) garni d'un robinet, qui ſe viſſe ſur la tétine de la machine pneumatique pour y faire le vuide, qui s'adapte enſuite au robinet du récipient B, pour recevoir le gas, & que l'on ſuſpend enfin par ſon crochet C au bras d'une bonne balance.

Il faut des ſiphons de verre de toute grandeur & de tout calibre ; les uns ſimplement courbés pour établir des communications comme dans la *fig.* 24; d'autres en S comme GFE de la *fig.* 8, qui traverſent les bouchons des bouteilles & flacons & ſervent à porter les gas ſous les récipiens; d'autres enfin qui portent deux branches droites & qu'on emploie à la ſuccion de l'air des récipiens, quand la néceſſité de diſpoſer d'autres matières dans leur intérieur n'a pas permis de les vuider d'avance d'air commun. Si les vaiſſeaux ſont d'une grande capacité, au lieu d'aſpirer l'air par la bouche, on fait uſage de la pompe à main, repréſentée *fig.* 11, dont le robinet eſt percé, pour porter au dehors l'air qu'elle attire du récipient à chaque coup de piſton.

On appelle *ſiphons anglois*, ceux de la ſeconde eſpèce, qui, au lieu de traverſer ſimplement le bouchon de liège de la bouteille, portent eux-mêmes un bouchon de verre uſé à l'émeri ; ils conviennent ſur-tout dans les opérations où le gas eſt de nature à attaquer le liège ou le lut dont on a ſoin de le garnir, & pourroit en conſéquence recevoir quelque altération.

Je ne parle pas de bien d'autres uſtenſiles qu'il convient d'avoir ſous ſa main, comme des entonnoirs & capſules de verre, des ſupports qui puiſſent ſe placer dans les récipiens, des pinces ou tenettes courbes, pour y porter les matières, des petits outils néceſſaires pour arranger les ſiphons; non plus que des veſſies qu'on emploie dans quelques circonſtances, ſoit en les liant ſur le robinet d'un récipient pour y introduire le gas, ſoit en leur faiſant porter un ajutage pour en exprimer le fluide aériforme par la preſſion, &c. &c. Toutes ces choſes ſont aiſées à imaginer & n'exigent ni figures ni deſcriptions ; bien plus, le Phyſicien ingénieux ſaura, dans le beſoin, ſe paſſer de la cuve & de tout ſon appareil ; il eſt peu de phénomènes qu'il ne parvienne à opérer avec des tuyaux de verre, des bouteilles, des gobelets, &c. Mais il n'étoit pas moins important de déterminer les formes les plus avantageuſes de ces inſtrumens, les principes de leur conſtruction, les vues d'après leſquelles ils ont été ſucceſſivement corrigés & perfectionnés, puiſqu'il n'y a toujours que ce ſouvenir qui puiſſe guider l'induſtrie dans le choix des matériaux dont elle peut faire reſſource.

II. L'eau ayant la propriété d'abſorber pluſieurs eſpèces de fluides élaſtiques, l'appareil hydro-pneumatique ne pouvoit convenir aux expériences dont ils faiſoient le ſujet ou dont ils étoient le produit; on a donc cherché une autre matière egalement propre par ſa fluidité à empêcher la communication de l'air commun dans les vaiſſeaux qui les contenoient, & qui n'eût pas la même diſpoſition à s'unir avec eux : le mercure a paru remplir ces conditions, & on a établi un *appareil hydrargiro-pneumatique.* Le but que ſe ſont propoſé ceux qui ont cherché à le perfectionner, étoit de tirer le plus grand parti d'une petite quantité de mercure, afin de le rendre moins diſpendieux; les petites caiſſes de bois ou de tôle vernie décrites par M. le Duc de Chaulnes & par M. Sigaud

de Lafond, & dont la capacité eſt diminuée par des eſpèces de joues parallèles à leur longueur, répondent aſſez bien à cette intention. Il faut avouer néanmoins que ſi elles ſuffiſent pour des démonſtrations, elles offrent bien peu de commodités pour des expériences de recherche, & même qu'il eſt impoſſible de déterminer avec préciſion les doſes des produits, à cauſe des pertes répétées qu'occaſionne néceſſairement la ſubſtitution des récipiens d'une trop foible capacité. C'eſt ce qui m'a engagé à adopter l'appareil propoſé par M. Lavoiſier (*Mém. de l'Acad. royale des Sciences, année 1784.*). Comme il eſt conſtruit ſur les mêmes principes, ce que j'en dirai ſuffira pour les faire connoître, on verra ſeulement que j'en ai un peu réduit les dimenſions.

BCDE, *fig. 29 des appareils pour les gas*, repréſente un bloc de marbre, ou tout ſimplement de pierre aſſez compacte pour prendre le poli, de $19\frac{1}{2}$ pouces de longueur, $11\frac{1}{2}$ de largeur & 7 d'épaiſſeur, creuſé d'abord de la profondeur de 2 pouces, en laiſſant tout autour des bords de 15 lignes, dans lequel on a enſuite pratiqué une rigole T de 3 pouces de largeur & 3 pouces de profondeur ſur 9 pouces de longueur à partir de l'extrêmité BD. Cette rigole eſt terminée par une cavité circulaire V de 4 pouces de diamètre, au ſurplus de même profondeur que la rigole, & également arrondie dans le bas. La *figure 30* eſt le plan de cette cuve; la *figure 31* en donne la coupe ſur le milieu de ſa longueur, & on remarque en XX deux petites rainures à 6 lignes au deſſous du bord de la rigole, qui ont à peu près 6 lignes de hauteur & de profondeur, & qui règnent des deux côtés de la rigole juſqu'à la cavité circulaire; j'en indiquerai bientôt l'uſage.

Cette cuve forme, comme l'on voit, une ſurface quarrée de 153 pouces, de ſorte qu'en en ſuppoſant le fond couvert de la hauteur d'un demi-pouce, cela produit $76\frac{1}{2}$ pouces cubes; à quoi ajoutant la capacité de la rigole & de la partie circulaire d'environ 104 pouces cubiques, il en réſulte un total de $180\frac{1}{2}$ pouces cubiques, dont le poids, en ſuppoſant le mercure le plus pur, eſt de 99 liv. 3 onces & 91 grains. Ainſi, avec cent livres ſeulement de ce fluide métallique, on ſe procure un appareil qui peut ſervir à toutes les opérations. Je n'ai pas beſoin d'avertir que ſi l'on vouloit élever dans cet appareil un très-grand récipient également rempli de mercure, il faudroit en avoir d'autre part en proviſion; mais dans beaucoup de circonſtances, on peut s'en paſſer en rempliſſant ces grands récipiens dans la cuve à l'eau & les tranſportant enſuite dans la cuve au mercure, au moyen des obturateurs dont j'ai parlé précédemment. Au reſte, il eſt bien peu d'expériences que l'on ne puiſſe exécuter dans des récipiens ou vaiſſeaux cylindriques de 8 à 9 pouces de hauteur & de 2 à 3 pouces de diamètre; ce ſont ceux qui conviennent principalement à l'appareil dont il s'agit, en ce qu'ils peuvent s'enfoncer entièrement ſous le mercure, dans la rigole de la cuve, ſoit pour les remplir, ſoit pour tranſvaſer le gas qu'ils contiennent.

On a vu que cette rigole portoit deux rainures latérales; ces eſpèces de couliſſes ſont deſtinées à recevoir des tablettes de bois de différentes formes, qui, étant diviſées en pluſieurs pièces, peuvent être facilement introduites par l'extrêmité circulaire à laquelle on a donné à cet effet un plus grand diamètre. Quelques-unes de ces tablettes ſont uniquement diſpoſées pour fermer la rigole & tenir lieu, du moins en quelques parties, d'un fond arraſé; d'autres portent un entonnoir ou échancrure pour recevoir les ſiphons; d'autres enfin ſont des portions de cylindre plein, qui, en déplaçant le mercure dans toute la profondeur de la rigole ſur une longueur plus ou moins conſidérable, donnent le moyen de le mettre tout en œuvre, ſoit pour remplir à la fois pluſieurs récipiens, ſoit pour entretenir le niveau qui doit toujours ſe trouver un peu au deſſus de l'orifice de ces récipiens. Ainſi, cet appareil fait, à volonté & aux moindres frais poſſibles, grande & petite cuve à mercure. On y manœuvre au ſurplus tout comme dans la cuve à l'eau; on doit ſeulement éviter d'y porter aucun des métaux qui forment amalgame, ils s'y diſſoudroient facilement & ſouilleroient le mercure; les robinets de cuivre ſont eux-mêmes très-promptement attaqués, il n'y a guère que le platine & le fer qui s'y maintiennent ſans altération. Il faut encore faire attention que les vaiſſeaux de verre qu'on emploie ſoient aſſez forts pour réſiſter à la grande peſanteur du mercure. Les récipiens cylindriques ſont les plus convenables, parce qu'on peut les vuider complètement en les couchant dans la rigole & ſans avoir beſoin de les retourner, ce que l'on n'obtient pas avec les bouteilles ou flacons. Il eſt bon enfin de placer cette cuve ſur une table un peu plus large, & portant des rebords élevés de 2 à 3 pouces pour recueillir les globules de mercure qui ſe diſperſent facilement au moindre mouvement.

III. Indépendamment de ces deux grands inſtrumens & de leurs acceſſoires dont j'ai déjà fait mention, il y en a pluſieurs autres, tels que des récipiens garnis de conducteurs électriques, des cornues dont le col porte ſoupape, diverſes eſpèces d'eudiomètre, des machines à comprimer les gas, des appareils pour imprégner l'eau, &c. &c. mais ils ne ſont pas d'un uſage auſſi général, & leur deſcription ſera mieux placée dans les articles auxquels appartiennent les expériences pour leſquelles ils ſont appropriés; je me réſerve auſſi d'y faire connoître quelques appareils dont je me ſers pour mettre différentes ſubſtances en contact avec les gas, opération pour laquelle on éprouve ſouvent de grandes difficultés.

§. II. *Obſervations générales ſur les précautions à prendre pour aſſurer les réſultats des expériences ſur l'air & les gas.*

I. La cuve à l'eau qui eſt celle dont on ſe ſert le

plus habituellement, n'a pas seulement l'inconvénient d'absorber certains gas, elle fournit souvent d'elle-même de l'air commun ; il faut savoir encore que l'eau ne ferme pas exactement les vaisseaux, c'est-à-dire qu'elle n'intercepte qu'imparfaitement la communication de l'intérieur à l'extérieur ; c'est ce qui avoit fait penser à M. Priestley que le gas azotique & le gas hydrogène perdoient par l'agitation dans l'eau les propriétés qui les distinguent de l'air respirable. Il est bon d'être averti de ces choses pour ne pas se laisser induire en erreur ; on conçoit, par exemple, que toutes les fois qu'il y a vuide ou seulement raréfaction au dessus de l'eau, l'air qu'elle contient s'en dégage à l'instant ; il est encore très-vraisemblable que quand l'eau se trouve en contact avec un gas qui a plus d'affinité avec elle que l'air commun, celui-ci est rendu libre pendant que l'autre est absorbé. D'où l'on conclura facilement que dans des expériences délicates ou que l'on veut rendre décisives, il convient de n'employer que de l'eau privée d'air par l'ébullition, & même d'en éprouver une portion, en y mettant un crystal de sulfate de fer, qui est, comme je le dirai ailleurs, le réactif propre à découvrir la présence de l'air vital. On conclura en second lieu, que les gas ne doivent pas être gardés long-temps sous des récipiens, ou dans des vaisseaux simplement plongés sous l'eau d'une cuve qui ait sa surface exposée à l'air ambiant, mais qu'il faut tenir l'orifice de ces vaisseaux dans du mercure, ou du moins enfermer les gas dans des bouteilles, qui bouchent bien, dans lesquelles on laisse à dessein toujours un peu d'eau, & que l'on a soin de tenir toujours renversées sur leurs bouchons, ou l'orifice en bas. Je puis assurer, d'après une longue pratique, qu'au moyen de ces précautions on conserve assez bien les gas pour les avoir toujours prêts au besoin, & aussi purs que si on venoit de les recueillir ; je vois que les expériences de M. Priestley s'accordent sur ce point avec mes observations (*Continuation*, *&c. vol. III. sect. 27*). Je ne dissimulerai pas cependant que j'ai quelquefois éprouvé, non sans surprise, que du gas hydrogène des dissolutions métalliques tenu de cette manière dans une bouteille renversée & à demi remplie d'eau avoit perdu, au bout de quelques mois, la propriété de détonner & même de s'allumer, quoiqu'il n'y eût aucune diminution sensible dans le volume du gas, qui donnoit alors jusqu'à 0,40 d'absorption par son mélange avec le gas nitreux. Je me propose d'indiquer ailleurs la cause de ce phénomène, qui n'a certainement pas lieu pour le gas hydrogène obtenu par la distillation des végétaux, du charbon de pierre, &c. car j'en conserve ainsi depuis plus de cinq ans, qui s'enflamme encore comme le premier jour.

Les autres gas que l'on peut tenir en provision dans ces bouteilles, sont principalement l'air vital, le gas azotique, le gas nitreux & le gas acide carbonique lui-même, qui est très-bien enfermé par l'eau qui en est saturée.

Je n'ai pas besoin de dire que l'eau de la cuve pneumatique doit être renouvellée fréquemment, ou même à chaque expérience, à moins qu'on ne soit en état de se rendre compte que les précédentes opérations n'y ont rien laissé qui puisse influer sur le résultat de celle qu'on se propose ; c'est ce qu'il n'est pas toujours aisé de décider, & que l'on ne doit plus mettre en question, dès que l'appareil a servi à recueillir ou à transvaser quelques-uns des gas qui s'unissent à l'eau.

II. Il n'est pas aussi facile de renouveller le mercure, aussi cela est-il bien moins nécessaire, il suffit de temps en temps de le filtrer dans un entonnoir garni de serge pour en séparer la poussière dont il s'est chargé, & souvent aussi une portion qui a éprouvé un commencement d'oxidation, qui lui donne une consistance approchant de celle de l'amalgame, & le dispose à salir les vaisseaux en s'y attachant. Quoique le mercure soit en général d'un usage plus sûr que l'eau pour les expériences pneumatiques, il y a néanmoins beaucoup de circonstances dans lesquelles il pourroit occasionner des méprises si l'on n'étoit sur ses gardes. Par exemple : si la condition de l'expérience est d'exclure absolument la présence de l'eau, le mercure ne la remplit que lorsqu'on l'a fait chauffer ; on sait encore que dans plusieurs opérations sur les gas, il y a production d'acide, il peut donc agir sur le mercure, & le gas hydrogène qui accompagne les dissolutions métalliques sera un produit accidentel ou étranger à l'expérience ; c'est ce qui arrive toutes les fois qu'il y a oxidation d'une portion de mercure, & elle est d'autant plus fréquente, que les gas & l'air commun lui-même peuvent dissoudre du mercure, suivant les expériences dont MM. Monge & Vandermonde ont rendu compte à l'Académie en 1781 (1). Enfin, toutes les fois qu'il y a du mercure oxidé ou calciné, il devient susceptible d'absorber & de fixer une quantité quelconque de gas acide carbonique.

De tout ceci il résulte qu'il seroit bien à desirer que l'on pût trouver, pour enfermer les gas, une matière fluide qui fût à leur égard aussi inerte &, si j'ose le dire, aussi impassible qu'est le verre pour la plupart de nos liqueurs les plus actives ; cependant on ne peut guère l'espérer : les *huiles*, le *vinaigre*, l'*eau gommée ou sucrée*, les *dissolutions de certains sels*, l'*alkohol* pur ou *chargé de quelque résine*, m'ont bien présenté dans plusieurs circonstances des

(1) J'ai tenu pendant quelques jours de l'air commun renfermé sous une grande cloche de verre plongée dans le mercure, & sous laquelle j'avois placé auparavant une petite capsule remplie d'eau de chaux ; il se forma autour de la capsule un cercle très-marqué d'oxide jaune mercuriel. Il faut observer que ces vaisseaux étoient exposés une partie du jour aux rayons du soleil, & que cette circonstance y occasionnoit de fréquentes vicissitudes de raréfaction & de condensation.

avantages réels, comme de prendre moins facilement le gas carbonique, de se dépouiller plus complètement d'air commun; mais tous ces fluides ont aussi leurs inconvéniens qui dépendent de leurs propriétés particulières. C'est donc à la sagacité du Physicien à vaincre ces difficultés, en choisissant celui qui convient à l'objet de ses recherches, en tenant compte de l'effet qu'il ajoute aux résultats, en séparant cet effet par la répétition de l'expérience avec des fluides différens.

III. Une autre circonstance non moins embarrassante dans la plupart de ces opérations, est le mélange inévitable de l'air commun des vaisseaux avec les gas que l'on se propose de recueillir. Ainsi, quand on met dans un flacon ou dans une bouteille à siphon les matières nécessaires pour produire du gas acide carbonique, du gas hydrogène, &c. on est bien dans l'usage de n'engager le bout du siphon sous le récipient qu'un certain temps après que le gas a commencé à passer; mais il faut se garder de croire que l'air resté dans le flacon sorte seul, ni qu'il puisse être entièrement expulsé: les expériences dont j'ai rendu compte à l'Académie de Dijon (*Description de l'aérostate*, &c. *p.* 55 & *suiv.*) démontrent au contraire que cet air se mêle au gas dans une sorte de progression relative aux quantités de l'un & de l'autre fluide. Leur pesanteur respective ne peut pas même faire juger sûrement leur position ou l'ordre dans lequel ils sont expulsés, parce qu'il y a, comme nous le verrons ailleurs, une affinité capable de vaincre la différence de pesanteur qui tend à les séparer. C'est ainsi qu'une bouteille remplie de gas acide carbonique & laissée sans bouchon, ne contient plus, au bout de quelques jours, que de l'air commun, quoique celui-ci soit réellement plus léger. M. Priestley a observé que le mélange d'un tiers d'air vital & de deux tiers de gas hydrogène conservoit la propriété de s'enflammer, en quelque point qu'on portât l'étincelle électrique, quoiqu'il eût été fait douze heures auparavant, & que le vaisseau eût été tenu en repos dans une situation perpendiculaire (*Continuation*, &c. *tom. III. sect.* 27.) J'ai tenu pendant un mois en repos 114 pouces cubiques de gas hydrogène, & pareil volume de gas acide carbonique, renfermés dans un vaisseau où je pouvois faire entrer de l'eau par le bas, & par conséquent expulser sans agitation le gas le plus léger par un siphon placé à la partie supérieure: tout a brûlé jusqu'à la dernière bulle des 228 pouces cubiques. En parlant de la manière de remplir les globes aérostatiques, j'ai annoncé que j'étois parvenu avec M. de Virly à déplacer tout simplement l'air commun du globe de verre par le gas hydrogène, sans qu'il y eût de mélange, du moins en quantité suffisante pour le rendre susceptible de détonnation; mais cela ne nous a pas empêchés de reconnoître l'affinité qu'ils ont l'un avec l'autre, & dont l'action fut simplement ralentie par l'attention que nous avions eu de porter directement le gas hydrogène en haut du globe, sans l'obliger à traverser la masse du fluide plus pesant (*Description de l'aérostate*, &c. *p.* 16.)

IV. Plus la matière que l'on traite est subtile & fugace, plus on doit apporter de précautions pour ne pas se laisser surprendre par quelque accident. La propriété qu'ont les *vessies* des animaux de contenir l'air, les a fait regarder, dès les premiers temps de ces expériences, comme des vaisseaux très-appropriés & très-commodes, sur-tout à cause de leur flexibilité qui permet de les vuider par expression & d'en porter le gas où l'on veut, au moyen d'un ajutage ou d'un tube quelconque fixé à leur orifice. Cependant on n'a pas tardé à s'appercevoir qu'elles étoient sujettes à tamiser l'air, & même qu'elles étoient altérées à la longue par certains gas. Ces soupçons vagues sont devenus sous la main laborieuse du célèbre Priestley des conclusions rigoureuses & importantes (*Continuation*, &c. *vol. III. sect.* 26). Le précis que j'en vais donner mettra sur la voie de distinguer les opérations dans lesquelles les vessies peuvent être employées, & fixera en même temps la mesure de la confiance que l'on peut prendre dans les effets décrits par les Chymistes les plus exacts.

Le sang noir mis dans une vessie exactement fermée par une ligature & laissée à l'air libre, reprit la couleur rouge à sa surface, précisément comme s'il eût été en contact immédiat avec l'air.

Une vessie bien ficelée contenant 20 mesures de *gas nitreux*, ayant été placée sous un récipient contenant 40 mesures d'air commun; au bout de trois jours, il y avoit déjà absorption de 6 mesures d'air & de 11 mesures de gas; le septième jour il ne restoit que 31, 5 mesures d'air commun qui n'étoit presque plus que du gas azote, & 4, 5 de gas nitreux qui n'agissoit que foiblement sur l'air; le vingtième jour l'air se trouva réduit à 28 mesures qui ne contenoient plus de gas nitreux, puisqu'elles n'eurent aucune action sur l'air commun.

Une vessie contenant 25 mesures de *gas hydrogène* fut introduite dans un récipient qui contenoit 123 mesures d'air vital: trois semaines après, il n'y avoit plus dans la vessie que 2 mesures de gas qui ne s'enflamma plus, & qui éteignit la bougie; l'air vital avoit été diminué de 7 mesures, il fut reconnu, à l'eudiomètre, d'une qualité très-inférieure, & il étoit mêlé de 0,05 de gas carbonique. Je reviendrai dans la suite de cet article sur ces phénomènes dont le célèbre Académicien de Londres tire des conséquences que je ne puis admettre.

Une autre fois, il essaya, au bout de deux jours seulement, par l'inflammation, tant le gas de la vessie que l'air du récipient, & l'un & l'autre firent explosion comme le mélange de l'air vital avec le gas hydrogène.

Après cela il est d'autant moins permis de douter de la transmission des gas à travers les vessies dans plusieurs circonstances, que M. Priestley s'est assuré que celles qui avoient servi à ces opérations étoient tout aussi imperméables à l'air qu'auparavant. M. de

Saussure avoit déjà observé que le *gas acide carbonique passoit par les vessies comme au travers d'un crible:* il ajoute à la vérité que cela n'arrive plus quand la vessie a été complètement imbibée d'huile, & que ce gas s'y conserve alors tout entier & sans altération; mais il convient en même temps que le gas qui y est renfermé se met hygrométriquement en équilibre avec l'air ambiant. (*Essais sur l'Hygrom.* §. *170.*) D'où il faut conclure que la communication n'est pas parfaitement interrompue, ce qui n'empêche pas que cette précaution ne soit suffisante & même ne puisse devenir avantageuse dans beaucoup de circonstances.

V. Il n'étoit pas aussi aisé de soupçonner que les *vaisseaux de poterie cuite en grais* pussent eux-mêmes livrer passage aux fluides aériformes; c'est ce qui a été bien constaté par les expériences de M. le Duc de la Rochefoucault : ayant traité du carbonate de chaux au feu de calcination dans des cornues de Hesse, le gas s'échappa presque en totalité par leurs pores, quoiqu'elles eussent été recouvertes de lut (*Journ. physs. Octobre 1775*). On se figureroit difficilement à quel point les plus parfaits de ces vaisseaux deviennent perméables, si je ne faisois connoitre quelques-unes des expériences qui ont été faites depuis sur ce sujet, & qui présentent d'ailleurs des phénomènes dignes d'attention.

Au mois de Février 1783, M. Priestley observa que lorsqu'on exposoit au feu de calcination de la chaux avec de l'eau dans une cornue de grais, de porcelaine ou de verre, dont l'intérieur avoit été dépoli, il ne passoit point de vapeur, mais une quantité d'air presque correspondante au poids de l'eau & peu différente de l'air commun, de sorte que l'eau paroissoit convertie en un fluide élastique permanent. (*Transf. philos. 1783.*) M. Kirvan m'ayant fait part de cette curieuse expérience, même avant qu'elle eût été communiquée à la Société royale, je m'empressai de la répéter.

Je distillai dans une excellente cornue de grais 2 onces de chaux vive & 1 once d'eau distillée, & j'obtins en effet 204, 66 pouces cubiques d'air presque aussi bon que l'air commun, toute déduction faite de l'air resté dans la cornue & d'une petite portion d'acide carbonique qui fut absorbée par l'eau du récipient. La chaux se trouva peser 2 onces 64 grains, & avoit par conséquent encore retenu 64 grains d'eau. La cornue étoit sans aucun défaut, même après l'opération, je m'en assurai en la tenant plongée sous l'eau pendant plusieurs heures sans qu'il s'échappât une seule bulle de l'air qu'elle contenoit.

Je traitai de même l'eau & la chaux dans une cornue de verre blanc, de la capacité de 89 pouces cubes; il me fut impossible d'en faire sortir plus de 68; c'est-à-dire, la portion d'air dilaté qui remplissoit la cornue au moment que le siphon fut placé sous le récipient.

Pour me rapprocher des conditions de l'expérience de M. Priestley, je voulus encore répéter cette distillation dans une cornue de verre intérieurement dépolie; j'imaginai de la dépolir par le moyen de l'acide fluorique, ce qui réussit très-bien sur une cornue de verre un peu épaisse; je poussai le feu au point que 4 onces de chaux ne retinrent que 15 grains d'eau; cependant il ne passa dans le récipient qu'un volume d'air d'environ les trois cinquièmes de la capacité de la cornue.

Ces expériences ne rendoient pas plus facile à imaginer comment l'air pouvoit *s'introduire* du dehors au dedans des cornues de grais, dans des circonstances où on auroit plutôt jugé que celui de l'intérieur devoit *s'échapper*, ainsi que l'avoit observé M. le Duc de la Rochefoucault; elles suffisoient néanmoins pour décider 1°. que l'eau n'étoit pas convertie en air; 2°. que celui qui avoit paru le produit de cette conversion, avoit été transmis par les pores des cornues de grais; 3°. que ces sortes de vaisseaux doivent être rejetés comme infidèles dans la plupart des opérations sur les gas; 4°. enfin, que les cornues de verre qui avoient pu donner lieu à la même transmission, avoient nécessairement reçu, par la manière dont elles avoient été dépolies, quelques craquelures qui les avoient mises dans la même condition que les cornues d'argille. Mais M. Priestley est allé bien plus loin : après avoir exactement circonscrit les conditions du phénomène, & vérifié qu'il avoit lieu toutes les fois que la cornue contenoit de l'eau, de l'alcohol, de l'huile, même du mercure, il a démontré par les expériences les plus ingénieuses que tandis que le fluide renfermé dans la cornue en pénétroit la substance pour en sortir, l'air extérieur s'introduisoit dans sa capacité; que le gas hydrogène, le gas nitreux, le gas ammoniacal y étoient transmis comme l'air commun, quand la cornue plongée dans un récipient rempli de ces gas étoit échauffée par une forte lentille (*Voyez figure 32 des appareils pour les gas.*); que ce n'étoit pas seulement les cornues de grais qui dans ces circonstances livroient passage à ces gas, mais aussi des cornues de craie, de pierre, de marbre blanc; enfin que c'étoit une vraie transmission par les pores, puisqu'elle cessoit dans les vaisseaux qui résistoient à l'épreuve de la machine pneumatique, puisqu'elle se faisoit beaucoup mieux dans ceux dont les pores étoient plus étroits, comme l'ascension des liqueurs étoit d'autant plus considérable que les tubes étoient plus capillaires.

On ne s'attend pas à trouver ici une plus ample explication de ces faits, je ne les rappelle en cet instant que pour servir à diriger l'Observateur dans le choix des vaisseaux qu'il peut employer suivant les circonstances, & la nature des matières qu'il a à traiter.

VI. Le mercure lui-même ne bouche pas toujours exactement les vaisseaux qui renferment des gas : M. Priestley a reconnu que lors même qu'il y avoit une épaisseur d'un pouce de mercure hors des vaisseaux & de deux ou trois pouces en dedans, il se glissoit encore quelquefois un peu d'air commun

dans l'intérieur, parce que le mercure n'étant pas en contact parfait avec le verre, les ondulations de l'air ambiant poussoient insensiblement l'air adhérent entre le verre & le mercure, lequel étoit aussi-tôt remplacé par de nouvel air. Comme cet accident peut devenir une source d'erreurs dans des expériences délicates, il conseille de le prévenir en mettant en dehors sur le mercure un peu d'eau, qui étant susceptible d'un contact plus parfait avec le verre, intercepte absolument la communication avec l'air intérieur. (*Continuation*, &c. *vol. III. sect. III.*)

VII. Il n'y a guère d'opérations sur les gas dans lesquelles il ne soit important de doser; c'est-à-dire, de déterminer aussi exactement qu'il est possible les quantités employées & les quantités produites, ce qui se fait ou par le poids ou par le volume. La première méthode est longue & pénible; on s'en tient donc le plus souvent à la dernière qui est très-expéditive, & qui suffit quand on est d'ailleurs bien assuré de la nature du gas dont il s'agit; car les pesanteurs spécifiques de tous les fluides aériformes étant une fois connues & rapportées sur des tables que l'on peut consulter, il est aisé de juger que, dans ce cas, le volume indique le poids.

Mais le volume des fluides élastiques éprouve des variations fréquentes & souvent assez considérables, suivant l'intensité de la force qui les comprime & par l'augmentation ou la diminution de la chaleur : ce ne seroit donc qu'une expression indéterminée, si l'on n'indiquoit pas en même temps la pression qu'éprouve actuellement le fluide dont il s'agit, & la température à laquelle on en a pris la mesure.

La *pression* est le plus ordinairement le poids de la colonne de l'athmosphère. Les tables de pesanteurs comparées des fluides élastiques supposent cette pression à 28 pouces de suspension du mercure dans le baromètre; ainsi lorsque le gas n'est réellement chargé que de cette colonne, on n'a autre chose à faire que de noter l'élévation du mercure dans le baromètre, au moment où l'on mesure le volume du gas, & à l'aide d'un calcul très-simple on en fait la réduction, en partant de ce principe, que les espaces occupés par des quantités égales de fluides aériformes (la chaleur étant supposée égale) sont en raison inverse des poids qui les compriment; c'est-à-dire, que leurs volumes sont d'autant plus grands, que ces poids sont plus petits, & réciproquement.

Ainsi, en appellant v le volume de gas dont on veut déterminer la quantité, n le nombre des lignes d'élévation actuelle du mercure au dessus de son niveau dans le baromètre, & x l'espace que cette même quantité d'air occuperoit à 28 pouces, ou, ce qui est la même chose, à 336 lignes de suspension; on a cette proportion $n : 336 :: x : v$. D'où l'on tire cette formule applicable à tous les cas $x = \frac{nv}{336}$. Que l'on ait, par exemple, 80 pouces cubiques d'air commun, à la température moyenne, & à 27 pouces 4 lignes de pression (c'est à peu près l'élévation moyenne pour Dijon) on voit tout de suite que ces 80 pouces ne doivent être comptés que pour 78,09, comme ne devant occuper que cet espace à la pression de 28 pouces.

Connoissant maintenant la pesanteur de 100 pouces cubes d'air commun, qui a été déterminée par M. Lavoisier à 795 grains le pied cube, le baromètre étant à 28 pouces (*Mém. de la Soc. roy. de Méd. ann. 1782, page 371*), on trouvera facilement que 80 pouces de ce même air ne pèsent que 35,92 grains, la pression n'étant que de 27 pouces 4 lignes.

Le rapport de densité des autres fluides aériformes avec l'air commun étant également connu, ou du moins déterminé par des approximations dont on peut se contenter, on n'a pas besoin d'autre donnée pour les réduire à leur véritable quantité; car si l'on admet que dans les mêmes circonstances, le rapport de pesanteur spécifique de l'air commun à l'air vital soit :: 1000 : 1103, comme l'a indiqué M. Kirwan, il s'ensuivra que 80 pouces cubes d'air vital pesant réellement 40,595 grains à 28 pouces de pression, ne pèseront que 39,619 grains, le baromètre se tenant à 4 lignes plus bas, puis que 1000 : 1103 :: 35,92 : 39,619.

M. Kirwan observe avec raison que le baromètre se soutient assez généralement entre 27 pouces 8 lignes & 28 pouces 2 lignes tant à Londres qu'à Paris; que de même le thermomètre ne varie guère dans nos appartemens que de 8 à 12 ½ degrés de l'échelle de Réaumur : il propose en conséquence de prendre le terme moyen entre ces limites, ce qui donne 45,81 grains pour le poids habituel de 100 pouces cubes d'air commun. Cette métode qui abrège quelques calculs, peut sans doute suffire dans beaucoup de circonstances; mais il y en a d'autres qui exigent une plus grande précision, il convenoit donc d'indiquer les moyens d'y arriver.

Jusqu'ici cependant nous ne nous sommes occupés que des différences que la pression même de l'athmosphère occasionnoit dans le rapport du poids au volume des gas; il y a une autre cause de variation qui dépend de la manipulation, & dont l'effet est trop considérable pour qu'il soit jamais permis de le négliger; c'est la dilatation que le gas éprouve quand le fluide qui le renferme, fait lui-même équilibre à une partie de la colonne correspondante de l'athmosphère; c'est-à-dire, quand l'eau ou le mercure sont au dessus du niveau de la cuve pneumatique ou de tout autre vaisseau dans lequel le récipient est plongé. Supposons, par exemple, que le récipient E C (*fig. 4 des appareils pour les gas*) soit un cylindre de 20 pouces de hauteur; que l'espace d'E en V, de 10 pouces 4 lignes de longueur, soit rempli d'air ou de gas quelconque; que le surplus soit rempli de mercure, & que ce cylindre ne soit enfoncé que de 5 lignes au dessous du niveau de la cuvette D; il suffit de se rappeller ce que nous avons dit précédemment que les espaces occupés par les fluides élastiques sont en raison inverse des poids qui les

compriment, pour juger que le volume de celui-ci seroit plus petit s'il portoit seul la pression de l'athmosphère, ou, ce qui est la même chose, si le mercure ne s'élevoit pas dans le récipient au dessus du niveau de la cuve : & de là on peut déjà conclure qu'il est avantageux toutes les fois que cela est possible, d'enfoncer les récipiens dans la cuve jusqu'au niveau de la couche inférieure des gas, puisque par ce moyen l'observation donne tout de suite & sans calcul la mesure exacte de leur volume à la pression actuelle de l'athmosphère ; mais il y a bien des occasions où cela est impraticable, sur-tout avec le mercure, dont on a rarement une assez grande provision, & qui, à cause de sa densité, fait encore mieux sentir la nécessité de corriger des erreurs qui seroient d'autant plus considérables : il importe donc d'indiquer encore la manière la plus simple de faire la réduction.

Je publiai, en 1780, cette méthode d'après la remarque qui me fut communiquée par le célèbre de Saussure sur un passage de Bergman, dans lequel il paroissoit avoir négligé cette réduction (*Opusc. de Bergman, édit. franç. tom. I. page VIII. de l'Avertissement*), j'en ai fait depuis un fréquent usage, & on va voir qu'elle convient à tous les cas.

Soit H la hauteur du mercure dans le baromètre au moment de l'opération, & h la hauteur de la colonne de mercure VC dans le récipient ; c'est-à-dire, entre le gas renfermé & le niveau de la cuve ; il est évident que ce gas, au lieu d'être chargé de tout le poids de l'athmosphère, n'est chargé que de ce poids moins celui de la colonne de mercure VC ; ainsi faisant v le volume actuel du gas contenu dans la partie supérieure du récipient & x le volume que ce même gas occuperoit, s'il étoit chargé de toute la colonne de l'athmosphère, on a cette proportion $H : H - h :: v : x$; d'où l'on tire $x = \frac{(H - h) v}{H}$.

Venons maintenant à l'application sans sortir de l'exemple que j'ai donné, & en supposant l'élévation actuelle du baromètre de 28 pouces 2 lignes, la colonne du mercure dans le récipient de 9 pouces 3 lignes, & le volume actuel du gas de 10 pouces 4 lignes ; on trouve $x = \frac{(833 - 111) 124}{338} =$ 83, 278 lignes ou 6 pouces 11 lignes $\frac{278}{1000}$, qui est la hauteur réelle du cylindre qu'occuperoit cette quantité de gas, à la pression du poids actuel de l'athmosphère. On voit ainsi que, sans la réduction, l'erreur eût été de près d'un tiers ; elle pourroit être du tout au tout, comme l'observe M. de Saussure, dans le cas où l'air commun resté dans les vaisseaux éprouveroit par cette circonstance une dilatation capable de faire croire à une production de gas qui n'existeroit nullement.

Lorsqu'on emploie l'eau au lieu de mercure, la réduction se fait par le même calcul, excepté que la hauteur du mercure dans le baromètre doit être multipliée par 13, 6 ; car il faut une colonne d'eau distillée 13, 6 fois plus grande que celle du mercure pour produire un poids égal. Donc si l'on avoit dans un récipient cylindrique un espace de 4 pouces de longueur rempli de gas soutenu par une colonne d'eau de 16 pouces au dessus du niveau de la cuve, & que le baromètre fût, par exemple, à 27 pouces, il faudroit retrancher 2, 1 lignes de la hauteur apparente de la colonne du gas, ce qui devient un objet important, sur-tout dans les expériences eudiométriques, où la comparaison des résultats oblige à tenir compte des centièmes d'une mesure qui contient souvent moins d'un pouce cube ; c'est-à-dire, de quantités fort inférieures à celles qui se trouveroient en excès par la négligence de cette opération.

Le volume du gas ainsi réduit à l'espace qu'il occuperoit s'il étoit en équilibre avec le poids actuel de toute la colonne athmosphérique, on cherche ensuite par la méthode que j'ai précédemment indiquée, quel seroit le volume de ce même gas à la pression de 28 pouces de mercure, & pour-lors on n'a plus qu'à consulter les tables de pesanteurs comparées des fluides aériformes, pour avoir exactement en poids la mesure de celui dont il s'agit.

Dans la vue d'abréger ces calculs, du moins pour l'appareil au mercure, M. Cavallo a dressé une table des espaces occupés par les fluides élastiques à différentes pressions (*Treatise on air, &c. p. 358.*), & je n'aurois pas manqué de suivre son exemple, en la réduisant à nos mesures, si j'avois pensé qu'elle pût être d'une grande utilité à ceux qui se livrent à ces sortes d'expériences ; mais quoique la table de M. Cavallo contienne déjà 40 colonnes, dont chacune est divisée en 26 cases, elle ne donne encore les rapports du volume apparent au volume réel que de pouce en pouce, soit pour la hauteur du gas, soit pour la hauteur de la colonne de mercure dans le récipient ; & si l'on ajoute qu'elle n'est & ne peut être calculée que pour un terme moyen d'élévation du baromètre (qui correspond à 27, 679 pouces françois), on ne tardera pas à reconnoître qu'elle ne peut être d'un usage bien général, à moins que l'on ne veuille renoncer à cette précision qui seule peut rendre les résultats décisifs.

La *température* à laquelle la plupart des Chymistes françois ont déterminé le poids d'un volume donné des différens gas est de 10 degrés au dessus de zéro du thermomètre de Réaumur ; c'est donc à ce terme que l'on doit ramener les volumes augmentés par la chaleur ou diminués par le froid ; mais, pour cela, il faut connoître la proportion de ces accroissemens & décroissemens correspondante à un degré de la même échelle thermométrique, & malgré l'application que plusieurs Physiciens célèbres ont donnée à cet objet, les différences de leurs résultats laissent encore en quelque sorte cette proportion indéterminée.

M. *de Luc* cherchant à corriger les différences que produit l'air plus ou moins raréfié par la chaleur sur les mesures des hauteurs que donne l'élévation du mercure dans le baromètre, a trouvé en comparant

ſept obſervations, « qu'aux environs de la tempéra-
» ture fixe, la correction, pour un degré du ther-
» momètre, étoit à la hauteur du lieu, : : 1 : 215.
(*Recherches ſur les modifications de l'athmoſphère*, §. *607*.)

D'autre part, les expériences de M. *le Général Roi* l'ont conduit à établir qu'aux environs du 66ᵉ. degré du thermomètre de Farenheit, un degré de chaleur dilatoit l'air de 2,58090 *millièmes* de ſon volume (*Tranſ. philoſ. 1777, page 704.*) : or, comme l'on ſait qu'un degré de la diviſion de Farenheit eſt à un degré de la diviſion de Réaumur : : 4 : 9, il s'enſuivroit qu'aux environs de 15 degrés de cette dernière, chaque degré d'élévation annonceroit que l'eſpace occupé par l'air eſt augmenté de 5,80702 *millièmes*, ou que ſon volume s'eſt accru de $\frac{1}{172}$.

M. *de Sauſſure* indique encore une autre proportion ; il croit que M. le Général Roi attribue à la chaleur une force expanſive beaucoup trop conſidérable, il ſoupçonne que la petiteſſe des vaiſſeaux dans leſquels il a opéré, a pu modifier l'effet à raiſon de l'influence de leur ſurface ; il obſerve qu'il n'a pas diſtingué l'élaſticité de l'eau convertie en vapeurs, dans ſon manomètre, & la dilatation thermométrique de l'air ; & il conclut lui-même, d'après des expériences ſuivies depuis le 6ᵉ. degré de Réaumur, juſqu'au 22ᵉ. dans un ballon de plus de 4 pieds cubes, qu'un degré de variation dans le thermomètre de Réaumur, fait varier le volume de l'air de 4,24383 *millièmes*, ou de $\frac{1}{235}$ (*Eſſai d'Hygrométrie*, §. *113*).

Le rapport trouvé par *M. Prieſtley*, ſuppoſe une dilatation bien plus conſidérable que tous les précédens. Ce Phyſicien ayant enfermé dans une fiole de verre 13 meſures d'air commun (faiſant enſemble 20,916 pouces cubiques de France), adapta à ce vaiſſeau renverſé dans le mercure, un long tube qui en bouchoit l'orifice, qui étoit maintenu dans une poſition auſſi horizontale que le permettoit ſa réunion à l'orifice de la fiole plongé dans la cuvette, & qui étoit deſtiné à recevoir la portion de mercure qu'il avoit eu ſoin de laiſſer dans la fiole pour marquer les progrès de la dilatation ; il porta ſucceſſivement cet appareil dans des appartemens échauffés à divers degrés, & il conclut de ſes obſervations, que 10 degrés de chaleur à l'échelle de Farenheit (de 34 à 44 degrés), avoient donné à ce volume d'air une expanſion de 1,32 pouces cubes anglois (*Expér. &c. Part. V. ſect. 32*).

En réduiſant ces quantités à nos meſures, on voit que 20,916 pouces cubiques d'air commun, à 0,88 degrés au deſſus de la congellation, ſuivant l'échelle de Réaumur, prennent, par l'élévation de température, juſqu'à 5,33 degrés du même thermomètre, un accroiſſement de volume de 1,0903 pouces cubes françois. D'où l'on tire qu'un volume de cet air, en s'échauffant d'un degré, acquiert une augmentation de 0,01172, ou d'un peu plus de $\frac{1}{85}$.

Les circonſtances dans leſquelles les trois derniers avoient conclu leurs évaluations, ſembloient ſe rapprocher davantage de celles auxquelles les Chymiſtes devoient en faire l'application, puiſque c'étoit également la dilatation d'un volume d'air renfermé dans des récipiens qu'ils vouloient meſurer : mais elles s'éloignoient trop les unes des autres pour ne pas faire ſoupçonner quelque cauſe accidentelle de variation dans le procédé, & la règle de M. de Luc préſentoit le terme moyen de pluſieurs obſervations ſur une plus grande maſſe d'air. Ce fut, ſans doute, ce qui détermina MM. Lavoiſier & de la Place, à la préférer pour la réduction des volumes des gas, dans les belles expériences qu'ils publièrent en 1783, ſur la chaleur, où ils prirent pour baſe de leurs calculs, « cette donnée, que vers la température de 10 de-
» grès, l'air ſe dilate de $\frac{1}{215}$ à chaque degré d'ac-
» croiſſement dans ſa température. » *Mém. de l'Acad. des Scienc. ann. 1780, pag. 396.*

Cette règle a été généralement adoptée ; c'eſt celle que j'ai ſuivie juſqu'à préſent, à l'exemple de ces deux illuſtres Savans ; cependant, ſon importance dans l'appréciation des réſultats les plus déciſifs, m'a engagé à en examiner de nouveau le fondement, & le Mémoire de M. Trembley, imprimé à la ſuite du tome 2, *du Voyage dans les Alpes, &c.* qui contient l'analyſe de la plupart des expériences faites, comme celles de M. de Luc, pour la détermination des hauteurs par le baromètre, m'a paru établir d'une manière ſatisfaiſante, que la correction par la chaleur indiquée par le coefficient de M. de Luc $\frac{1}{215}$, donnoit une dilatation fort au deſſous de la réalité, puiſqu'en cherchant, comme inconnu, ce rapport, d'après les réſultats moyens des obſervations les plus exactes de M. le Chevalier Schuckburgh, de M. le Général Roi, &c. *on trouve 192 au lieu de 215 pour le dénominateur du coefficient.*

J'obſerverai encore que, quoique M. Trembley avertiſſe préciſément que l'objet de ſon travail eſt plutôt de prouver la néceſſité de faire de nouvelles recherches, *que de ſubſtituer une règle déterminée à celles qui ſont en uſage*, néanmoins ſon eſtimation de la dilatation de l'air, correſpondante à chaque degré du thermomètre de Réaumur (qui tient le milieu entre celles de M. de Luc & de M. le Général Roi), a été ſuivie depuis par M. de Sauſſure lui-même, comme celle qui approchoit le plus de la vérité (*Voyage dans les Alpes, &c. tom. 2, §. 1118*).

Enfin, MM. Vandermonde, Berthollet & Monge, voulant déterminer encore avec plus de préciſion que ne l'avoit fait Bergman, les quantités de gas hydrogène que donnent les diſſolutions du fer en différens états, ne crurent pas pouvoir atteindre ce but avant de s'être donné une baſe pour la meſure de la dilatabilité des fluides élaſtiques à différentes températures ; pour cela, ils plongèrent un matras rempli d'abord d'air commun, dans de l'eau à différens degrés, obſervant que le point où l'air s'arrêtoit dans le col recourbé du matras, & qui devoit marquer la dilatation, fut au niveau de la ſurface du bain ; ils diviſèrent la dilatation totale par la différence des degrés de température des deux bains, & ils trouvèrent « que ſous une même preſſion, & par degré

» d'un thermomètre divisé en 80 parties, depuis la » glace fondante jusqu'à l'eau bouillante, l'air at- » mosphérique se dilatoit de $\frac{1}{184,83}$ (*Mém. sur le fer &c. lu à l'Académie royale des Sciences, en Mai 1786, p. 36*).

La confiance que mérite une expérience aussi directe, par ces trois célèbres Académiciens, indiquoit sans doute la règle qui devoit être préférée dans l'état actuel de nos connoissances, d'autant mieux que le rapport diffère bien peu de celui qu'avoit trouvé M. Trembley, & qu'il peut être possible de le rapprocher encore plus, & de celui de M. Trembley, & même de celui de M. le Général Roi, en considérant ces différences comme les effets de la plus ou moins grande quantité d'eau tenue en dissolution par l'air, à raison de la différence des lieux de l'observation, suivant les vues qui m'ont été communiquées à ce sujet par M. Monge. Mais j'avois à considérer en même temps qu'il n'y avoit pas encore d'expérience directe pour des degrés de chaleur un peu élevés, qu'il étoit possible que la marche de dilatation ne fût pas uniforme à toutes les températures, & qu'il importoit de la déterminer au moins jusqu'au degré de l'eau bouillante. D'autre part, je ne pouvois me dissimuler qu'il n'étoit guère vraisemblable que l'air & les gas qui diffèrent si essentiellement, possédassent néanmoins la propriété de se dilater, dans la même proportion, par les mêmes degrés de chaleur. J'étois confirmé dans cette opinion, & par quelques essais de M. Priestley, quoiqu'il paroisse lui-même ne leur pas donner beaucoup de confiance (1), & par la comparaison que les Auteurs du Mémoire sur le fer, précédemment cité, avoient fait de la dilatabilité du gas hydrogène avec celle de l'air commun, & qu'ils avoient trouvée dans le rapport de $\frac{1}{181,02}$ à $\frac{1}{184,83}$ de leurs volumes, par degré du thermomètre de Réaumur.

Toutes ces raisons me faisoient desirer de porter quelques lumières sur cet objet, par de nouvelles recherches; mais elles exigeoient un temps qu'il ne m'étoit pas possible d'y consacrer, & j'étois prêt d'y renoncer, lorsque M. Prieur du Vernois, Officier au Corps royal du Génie, m'offrit de prendre sur lui la plus grande partie du travail. Ces expériences, qui l'ont occupé près de deux mois, ont toutes été faites dans mon Laboratoire, avec des appareils combinés, variés, corrigés pour obtenir des résultats exempts d'erreur, & qui eussent toute la précision que l'on pouvoit espérer. Ces expériences l'ont conduit bien plus loin que nous ne l'avions d'abord imaginé, puisqu'elles lui ont fait découvrir dans la dilatation des fluides aériformes, une augmentation progressive très-marquée, que je ne sache pas que l'on eût jusqu'à présent soupçonnée, ou du moins établie par les faits. Je ne m'attacherai pas à présenter ici toutes ses observations, qu'il se propose de compléter & de réunir dans un Mémoire particulier; d'autant plus que j'aurai occasion d'y revenir en traitant des propriétés de la chaleur & des gas: je me bornerai à en extraire actuellement quelques-uns des principes les plus importans pour la réduction de ces fluides à un volume constant dans une température donnée.

Prenons d'abord une idée générale de la méthode que M. du Vernois a suivie dans ses opérations.

Après avoir rempli un ballon d'air commun (qui mêlé avec partie égale de gas nitreux, donnoit 0,75 d'absorption), il l'a fermé par un bouchon bien mastiqué, portant siphon recourbé; ce vaisseau a été plongé dans de l'eau dont la température étoit entretenue à zéro par de la glace fondante, & maintenu par une forte d'armure de fer, soit pour le fixer sous l'eau, soit pour l'empêcher de descendre au fond, ou même de s'écraser sous le poids du mercure qui devoit y rentrer. Ce bain avoit été disposé d'avance sur un fourneau, & il y avoit placé un thermomètre dont la boule descendoit à peu près au niveau du centre du ballon, & dont l'échelle s'élevoit au dessus de la surface de l'eau, sans toucher aux parois de la chaudière.

Lorsque le ballon eut pris la température du bain, le siphon fut engagé sous un récipient plein de mercure, renversé dans une cuvette de 8 pouces de diamètre, au milieu de laquelle il étoit solidement assujetti dans la ligne perpendiculaire, & on alluma le feu sous la chaudière.

L'eau du bain ayant été échauffée à 20 degrés, M. du Vernois nota exactement, au moyen d'une double échelle collée sur le récipient, l'abaissement du mercure occasionné par l'air qui s'y étoit introduit, & mesura en même temps la hauteur de la colonne de mercure au dessus du niveau de la cuvette. Il procéda de même pour les abaissemens déterminés par les degrés 40 60 & 80. Son projet avoit été d'abord de suivre cette dilatation dans des degrés plus rapprochés; mais les variations accidentelles influoient alors plus sensiblement sur les

(1) *Expér. &c. part. V, sect. 32.* Il résulteroit de ces essais, que les expansions de volumes égaux, échauffés depuis 0,88, jusqu'à 5,33 degrés du thermomètre de Réaumur, seroient comme il suit:

Air commun	1,32	Gas nitreux	2,02
Air vital	2,21	Gas acide muriatique	1,33
Gas azote	1,65	Gas acide sulfureux	2,37
Gas acide carbonique	2,20	Gas acide fluorique	2,83
Gas hydrogène	2,05	Gas ammoniacal	4,75

M. Priestley, en annonçant depuis quelques expériences sur le pouvoir qu'ont les différentes espèces d'air de conduire la chaleur, dit avoir eu l'occasion d'observer de nouveau cette prodigieuse dilatabilité du gas ammoniacal, qui lui avoit fait concevoir des doutes sur l'exactitude de ses résultats. *Continuation, &c. part. III, sect. 31.*

résultats, & il préféra de s'en tenir à ces quatre grandes divisions pour déterminer plus sûrement la marche de la dilatation.

L'eau de la chaudière ayant été tenue pendant quelques instans à la plus forte ébullition, de manière que le thermomètre indiquoit quelquefois 81 & même $81\frac{1}{2}$ degrés, suivant la pureté de l'eau & la pression actuelle de l'athmosphère, on refroidissoit presque subitement le ballon, sans le déplacer, en tirant l'eau chaude par un siphon, & remplissant la chaudière de neige ou de glace pilée. Le mercure, pendant cette condensation, remontoit par le siphon dans le ballon où il remplaçoit exactement la portion d'air qui en étoit sortie par la dilatation ; ce qui servoit non-seulement à assurer l'expérience contre tout soupçon de communication avec l'air du dehors, mais encore à vérifier s'il n'y avoit pas eu quelque altération du fluide élastique, capable de diminuer son volume, pour déterminer ensuite la nature de cette altération par des épreuves ultérieures, tant sur la portion restée dans le ballon, que sur celle qui avoit passé dans le récipient.

On pense bien que, dans toutes ces opérations, M. du Vernois n'a pas négligé de s'assurer préliminairement de l'état de l'athmosphère ; c'est ainsi que dans l'expérience sur l'air commun dont je vais faire connoître les résultats, il avoit observé qu'au moment où il l'avoit introduit dans le ballon, le mercure se tenoit dans le baromètre à 26 pouces 9,5 lignes, que le thermomètre étoit un peu au dessus de 40 degrés, & l'hygromètre de M. de Saussure à $83\frac{1}{2}$ degrés ; mais pour assurer & simplifier ses calculs, il en réunit toutes les bases dans la formule suivante.

Soit A, la capacité du ballon, y compris celle du siphon, & moins la partie du col occupée par le bouchon.

Soient v, v', v'', v''', les volumes d'air sortis du ballon pendant qu'il a été échauffé de zéro à 20, de zéro à 40, de zéro à 60, enfin de zéro à 80 degrés.

Appellons également h, h', h'', h''', les hauteurs des colonnes de mercure au dessus du niveau de la cuvette, ou qui soulageoient ces volumes de la pression de l'athmosphère au moment où ils ont été mesurés.

Soit enfin H, la hauteur du baromètre au temps de l'expérience.

il est évident que $\frac{v(H-h)}{AH-v(H-h)}$ représente le rapport de la quantité d'air sorti du ballon, échauffée à 20 degrés, à la quantité qui y étoit alors restée.

De même $\frac{v'(H-h')}{AH-v'(H-h')}$ sera le rapport de l'air sorti du ballon, lorsqu'il a été échauffé à 40 degrés, à ce qui y restoit alors ; & l'on aura les rapports pour les deux autres termes de chaleur, en portant dans cette formule les expressions v'', v''', h'', h'''.

Ainsi ces quatre fractions expriment les rapports des augmentations de volume d'une même quantité d'air échauffée, en quatre fois différentes, de zéro à 20, de zéro à 40, de zéro à 60, & de zéro à 80 degrés, par comparaison avec le volume primitif de cet air.

On voit par-là que si ces quatre fractions ont entre elles le même rapport que les degrés de chaleur qui leur correspondent, il en résultera que la dilatation se fait également d'un degré de chaleur à l'autre, ou du moins qu'elle se fait également dans les intervalles de degrés indiqués ; &, qu'au contraire, si ce rapport change, la dilatation ne peut plus être regardée comme uniforme.

En appliquant cette formule à l'expérience sur l'air commun, A ou la capacité du vaisseau étant de 15,6729 pouces cubiques, M. du Vernois a trouvé :

v = 1,3125 *pouces cubiques.*
v' = 3,5555
v'' = 6,6250
v''' = 8,0000

Les valeurs de h réduites en nombre ont donné

h = 3,4166 *pouces linéaires.*
h' = 2,6666
h'' = 1,6666
h''' = 1,4166

le baromètre s'étant tenu, pendant ces observations, à 27 pouces 0,45 lignes, H = 27,0375 pouces.

D'où l'on tire par le calcul les accroissemens de volume de l'air athmosphérique, comme il suit :

Augmentation du volume primitif (ou à zéro du thermomètre) pris pour l'unité.	Degrés de chaleur correspondans.
0,0789	20
0,2570	40
0,6574	60
0,9368	80

Comme entre chacune de ces fractions & la suivante, l'augmentation est proportionnellement plus grande que les différences entre les degrés correspondans, il est démontré par l'expérience qu'il y a accroissement progressif, ou que l'air est d'autant plus dilatable par des quantités de chaleur égales (suivant la mesure thermométrique), qu'il est déjà plus dilaté.

Il ne restoit plus qu'à rechercher toutes les causes d'erreur qui avoient pu avoir quelque influence dans ces déterminations ; c'est ce qu'a fait M. du Vernois. La première est l'augmentation de volume que l'air peut conserver dans le récipient, à raison d'une température un peu plus élevée que celle à laquelle il a été mesuré primitivement : pour l'écarter, il a entouré presque en entier le récipient de glace fondante ; cependant, malgré cette précaution, le thermomètre plongé dans le mercure de la cuvette, s'est élevé à 2, 3, & même quelquefois 5 degrés au dessus de zéro. Il est aisé de juger, par l'expérience

même, qu'il ne pouvoit en résulter une erreur bien considérable ; mais M. du Vernois s'est mis, dans les expériences subséquentes, entièrement à l'abri de cette légère variation, en recueillant les quatre produits de la dilatation dans autant de petits récipiens séparés, dont il ramenoit ensuite exactement la température à zéro, avant que d'en mesurer le volume.

En second lieu, la hauteur du mercure dans la cuvette, au dessus du bec du siphon, a ajouté à la pression de l'air dans le ballon, & cette pression a encore été augmentée par le mercure expulsé par l'air du récipient ; de sorte que, rigoureusement, l'on peut dire que l'estimation de A est trop foible, & que la répartition des produits dans les quatre intervalles de chaleur, a été un peu dérangée. Cette erreur n'est pas fort considérable, car la cuvette ayant un peu plus de 8 pouces de diamètre, la quantité de mercure sortie du récipient en a à peine élevé le niveau de deux lignes ; mais la correction en est facile, & même on peut la simplifier dans ces sortes d'expériences, en entretenant constamment le même niveau, en ôtant la portion de mercure qui excède le point de remarque avant la sortie de la dernière bulle de chaque produit. C'est aussi le parti que M. du Vernois a cru devoir prendre dans la suite (1). Il est bon d'observer, au surplus, que ces circonstances ne pouvoient que diminuer l'augmentation progressive, qui, malgré cela, est encore assez frappante.

Une troisième cause d'erreur, contre laquelle il est bien plus difficile de se mettre en garde, & dont il faut du moins tenir compte dans la comparaison des volumes sortis du ballon à différens intervalles de chaleur, est l'altération que l'air & les gas peuvent subir à cause de leur affinité avec les matières qu'ils touchent, & qui devient efficace par l'élévation de température. L'expérience que je viens de rapporter sur l'air commun, en a fourni le premier exemple.

Si l'air n'eût pas subi d'altération, la quantité de pouces cubes de mercure, rentrée dans le ballon par le refroidissement, devoit représenter exactement le volume de l'air recueilli dans le récipient ; ou, ce qui est la même chose, l'air resté dans le ballon, & l'air qui en étoit sorti par la dilatation, devoient former ensemble un volume égal à celui qui remplissoit primitivement le ballon, étant mesurés à même pression & à égale température. Or, il s'est trouvé 0,6691 pouces cubes de mercure rentré plus que d'air sorti ; l'air a donc été diminué de cette quantité pendant l'opération. Cette conséquence a été confirmée par l'épreuve de l'eudiomètre ; car l'air du récipient, mêlé à parties égales avec le gas nitreux, n'a donné que 0,66 d'absorption, tandis qu'au commencement de l'expérience, le même air perdoit, par ce mélange, 0,75. Cette altération provient manifestement de ce qu'une portion de mercure a été oxidée ou réduite en chaux, aux dépens de l'air ; ce qui se vérifioit encore par les taches grises ou pellicules dont la surface du mercure étoit couverte ; elle nous explique en même temps pourquoi le dernier produit de la dilatation, quoique plus fort que les précédens, ne se trouve pas néanmoins dans la même proportion d'augmentation relative. De sorte que si l'on ne faisoit point état de ce déchet résultant de la combinaison de l'air, non-seulement on perdroit une partie de l'effet, mais on pourroit encore être tenté de croire à une marche irrégulière &, pour ainsi dire, rétrograde de la dilatabilité de l'air par la chaleur, quand elle est portée à un certain point ; ce qui seroit une erreur bien plus considérable.

On ne doit pas hésiter de conclure, de cette expérience, que la méthode qui a été suivie jusqu'à présent de calculer la dilatation de l'air pour un degré de chaleur donné, en divisant celle d'un certain nombre de degrés en autant de parties égales qu'il y a de degrés intermédiaires, n'est fondée que sur une fausse supposition ; que pour avoir une détermination exacte, il faut observer la dilatation pour chaque degré de chaleur en particulier, & que ce ne sera que quand la loi en sera suffisamment connue, qu'on jugera sûrement dans quelle latitude de degrés on peut négliger l'augmentation progressive sans erreur sensible. En divisant, par exemple, en 20 parties égales la première des quatre fractions ci-devant rapportées, on a pour chaque degré de chaleur 0,00394, ou à très-peu près $\frac{1}{253,8}$ du volume primitif, ce qu'il n'est pas possible de prendre pour règle, d'après ce qui vient d'être dit, & parce qu'en effet la dilatation ne commence guère d'être sensible que vers le 3e. ou 4e. degré, comme si la petite résistance du frottement du mercure sur les parois de l'extrémité du siphon, suffisoit jusques-là pour lui faire équilibre. Ceci peut servir cependant à rendre raison de la différence des évaluations données par les Savans qui ont fait des recherches sur cette matière, laquelle paroît dépendre principalement du degré d'où ils sont partis, & du nombre de degrés qu'ils ont compris dans leur division : j'avouerai seulement que celle de M. Priestley me semble hors de toute mesure, vu la foible température à laquelle il a observé.

Après avoir mis le Lecteur en état d'apprécier la méthode suivie par M. du Vernois, j'indiquerai plus brièvement les résultats de ses observations sur la dilatabilité de quelques autres fluides aériformes.

(1) Cette correction se fait en nommant H′ la pression de l'athmosphère jointe à celle du mercure de la cuvette ; la formule, qui représente le rapport de l'augmentation de volume d'un gas par un certain nombre de degrés de chaleur, comparée au volume primitif de ce gas, devient alors $\frac{v(H-h)}{AH'-v(H-h)}$. C'est ainsi qu'elle a été employée dans les expériences sur les différens gas.

L'air

L'air vital ou gas oxigène, tiré de l'oxide noir de manganèse par l'acide sulfurique, a été introduit dans le même ballon, que l'on avoit d'abord rempli de mercure (1); il y a été enfermé après avoir été amené à la température de zéro, & le baromètre étant à 26 pouces 10,75 lignes. Il a été successivement échauffé, comme il a été dit pour l'air commun; & les produits de la dilatation reçus dans quatre petits récipiens séparés dans la cuve à mercure; la substitution des récipiens se faisant dans l'intervalle d'une bulle à l'autre.

Toute réduction faite, soit du volume primitif à raison de l'ascension d'un peu de mercure dans le siphon, & du changement que cette colonne occasionnoit dans la pression de l'athmosphère, soit des volumes des produits, eu égard aux mêmes variations de pression, 15,460 pouces cubes de cet air, pris pour l'unité, ont acquis les degrés d'expansion indiqués par les nombres ci-après :

à 20 *degrés de chaleur*........	1,0452
à 40	1,2483
à 60	1,9018
à 80	5,4767

Quelque considérable que paroisse cette dilatation, sur-tout dans les degrés élevés du thermomètre, il est certain que ces nombres n'en expriment pas encore le *maximum*, parce qu'une portion de cet air a été nécessairement diminuée par l'oxidation d'un peu de mercure. Le bec du siphon s'étant trouvé un instant à découvert pendant le refroidissement, il n'a plus été possible d'estimer cette quantité en réunissant, comme on l'avoit fait précédemment, le volume de l'air sorti du ballon, & celui que l'on y avoit retrouvé après l'ascension du mercure; mais, vers le 76e. degré de chaleur, les bulles étoient devenues sensiblement plus rares : en même temps on distinguoit à la surface du mercure, dans le récipient, une sorte de poussière qui formoit une tache rougeâtre, très-apparente; enfin cet air qui, avant l'expérience, donnoit 2,62 d'absoption lorsqu'on le mêloit avec deux parties de gas nitreux, ne donnoit plus que 2,56 pris dans le récipient du 4e. produit; celui du ballon étoit encore d'une qualité inférieure, comme on devoit s'y attendre, à cause de l'air commun qui s'y étoit mêlé : il ne donnoit, en effet, que 2,08 à la même épreuve.

On ne verra probablement pas sans surprise combien la dilatation est foible dans les commencemens, combien elle s'augmente sur la fin; ces résultats me paroissent si importans, à cause de la nature particulière du gas qui en est l'objet, que pour en rendre la comparaison plus facile avec les évaluations des plus célèbres Physiciens, je les réduirai à l'expression de l'augmentation de volume que donneroit chaque degré, en supposant pour un moment avec eux qu'on puisse approcher de la vérité par une division égale de l'expansion totale dans un nombre quelconque de degrés.

D'après cette supposition, l'augmentation de volume de l'air vital par la chaleur seroit :

			Pour chaque degré
de zéro à 20 *degrés* de	0,00226	*ou*	$\frac{1}{442,47}$
de zéro à 40...... de	0,0062	*ou*	$\frac{1}{161,3}$
de zéro à 60 ...... de	0,01503	*ou*	$\frac{1}{66,5}$
de zéro à 80...... de	0,5595	*ou*	$\frac{1}{17,87}$

Ou, si l'on ne faisoit cette répartition égale que sur chacune des quatre grandes divisions, ce qui s'écarteroit déjà beaucoup moins de la réalité, on auroit pour l'augmentation de volume

			Pour chaque degré
de zéro à 20 *degrés*	0,00226	*ou*	$\frac{1}{442,47}$
de 20 à 40......	0,01015	*ou*	$\frac{1}{98,5}$
de 40 à 60......	0,03267	*ou*	$\frac{1}{30,6}$
de 60 à 80......	0,17874	*ou*	$\frac{1}{5,59}$

Mais ces termes de comparaison ne sont ici indiqués que pour mieux faire voir 1°. que ce n'est, comme je l'ai dit, que par des observations suivies dans des intervalles bien plus rapprochés, qu'on pourra se faire une règle sûre pour la détermination des volumes des fluides élastiques à un degré de chaleur donné; 2°. que la loi de la dilatation n'est pas à beaucoup près la même pour tous les gas, puisque, dans le systême d'une égale répartition, le rapport de la dilatation de l'air commun à la dilatation de l'air vital, se trouveroit dans les vingt premiers degrés :: 442,5 : 253,8.

Je dois remarquer enfin comme un phénomène dont la cause reste à découvrir, que la dilatation de l'air vital, différant très-peu de l'air commun vers le 40e. degré, la surpasse si excessivement dans les degrés les plus élevés où l'on jugeroit au contraire que l'effet de la dilatation devroit être bien plus diminué pour l'air vital que pour l'air commun, suivant le principe généralement admis jusqu'à ce jour, que le premier est bien plus disposé que le second à s'unir au mercure dans l'état non élastique, à la faveur d'une certaine température.

Le *gas azote* ou cette portion de l'air athmosphérique qui ne peut servir à entretenir la vie des ani-

(1) J'indiquerai dans la suite comment on transvase un gas au mercure, de manière que, quoique reçu sur l'eau, il ne passe avec lui que l'eau qu'il tient actuellement en dissolution. *Voy. ci-après, Expér. XXXI.*

maux, a été soumis à la même expérience. C'étoit le résidu de l'air diminué par le mélange de soufre & de fer humecté & enfermé sur l'eau pendant plusieurs jours. 15,557 pouces cubiques de ce gas furent introduits dans le ballon à travers le mercure, la température étant à zéro, & le baromètre à 27 pouces.

Les produits de la dilatation ont été reçus, comme il a été dit pour l'air vital, dans quatre récipiens séparés; ces vaisseaux ayant été ramenés à la température de la glace fondante, & toute réduction faite de la pression, eu égard à l'état du baromètre & à la hauteur des colonnes de mercure dans les récipiens, on a trouvé les quatre rapports suivans, qui sont ceux des volumes occupés par une masse de ce gas à zéro, représentée par l'unité, & échauffée aux degrés indiqués:

à 20 *degrés de chaleur* 1,0340
à 40 1,2186
à 60 1,7664
à 80 6,9412

On voit par ces nombres que la dilatation est très-foible dans les vingt premiers degrés, qu'il y a accroissement progressif très-considérable dans le *second* intervalle, moindre dans le *troisième*, & que l'augmentation de volume devient énorme dans le *quatrième*.

On s'attendoit bien que dans cette expérience le quatrième produit seroit beaucoup plus fort que dans les précédentes, dans lesquelles il avoit été manifestement diminué par l'altération d'une portion du fluide élastique; ce qui ne devoit pas avoir lieu cette fois, le gas que l'on traitoit n'ayant aucune action connue à cette température, ni sur le mercure, ni sur l'oxide mercuriel; mais il eût été difficile de prévoir une marche aussi irrégulière; &, quoique M. du Vernois ne puisse imaginer aucune cause d'erreur, les quatre produits ayant été recueillis dans quatre vaisseaux séparés, & la rentrée du mercure dans le ballon ne laissant aucun doute sur la fidélité de l'appareil, il desire lui-même que ce phénomène soit de nouveau constaté.

Le gas azote avoit été soumis avant l'opération à l'épreuve du gas nitreux; & mélangé à parties égales, il donnoit 0,025 d'absorption qui indiquoit encore la présence de quelque peu d'air vital dont il est assez difficile de le priver entièrement: après l'opération le gas du quatrième produit donna précisément la même diminution; celui qui étoit resté dans le ballon se montra un tant soit peu plus riche d'air commun, il donnoit 0,04 à l'eudiomètre. Deux ou trois bulles échappées du ballon quand le mercure eut commencé à y rentrer, ne permirent pas de faire une comparaison exacte du volume primitif avec le volume du reste & des produits.

Une dernière réflexion non moins importante que présente le rapprochement de cette expérience & de celles qui précèdent, c'est que les mélanges de ces fluides élastiques ne paroissent pas suivre dans leur expansion par la chaleur la raison mathématique de leur composition. En effet, on a vu que l'air commun employé dans la première donnoit à l'eudiomètre 0,75 de diminution, ce qui indique à très-peu près un mélange de 0,275 d'air vital & de 0,725 de gas azote; il étoit donc naturel de penser que cet air se dilateroit suivant le rapport composé de la dilatabilité de ces fluides observée séparément; mais il s'en faut bien que le résultat soit conforme à cette analogie; l'air vital ayant pris, par exemple, pour les 20 premiers degrés une expansion de $\frac{1}{21,1}$ de son volume, & le gas azote de $\frac{1}{29,4}$, le calcul donne pour l'expansion de cet air commun, dans le même nombre de degrés, en partant du même terme, $\frac{1}{27,097}$; & nous avons trouvé par l'observation une expansion de $\frac{1}{12,6}$, c'est-à-dire, plus que double.

Je n'ai pas besoin de faire remarquer tout l'intérêt que ce simple apperçu ajoute au travail entrepris par M. du Vernois; quand ces faits auront été vérifiés, ils ne peuvent manquer de nous conduire à quelque vérité nouvelle, à reconnoître du moins une vraie combinaison réciproque des deux gas qui constituent l'air commun; parce qu'il répugne à la saine Physique d'admettre des changemens aussi notables de propriétés sans cause.

Pour éprouver la dilatabilité du *gas hydrogène*, on l'a recueilli de la dissolution du zinc par l'acide sulfurique, on a eu l'attention de n'employer que le dernier produit & par conséquent le plus exempt du mélange de l'air des vaisseaux; on l'a passé à l'eau de chaux, & on l'a transvasé dans le ballon rempli de mercure, la température étant à zéro, le baromètre à 27,66 pouces. Les quatre produits de la dilatation ont été reçus cette fois dans un même récipient, que l'on avoit entouré de vaisseaux remplis de glace; malgré cela le mercure de la cuvette a indiqué au thermomètre les degrés 2, 3, 4, 6 au dessus de zéro, tandis que l'eau du bain étoit aux mêmes instans à 20, 40, 60 & 80 degrés; ce qui a pu occasionner quelque inexactitude dans l'évaluation de chacun de ces produits, mais qui ne peut être d'une grande conséquence, la dilatation étant très-foible dans ces premiers degrés.

La quantité de gas soumise à cette expérience étoit de 15,6729 pouces cubes; en la prenant pour l'unité, les volumes correspondans aux degrés de chaleur, sont comme il suit:

à 20 *degrés de chaleur* .... 1,08[illegible]9
à 40 1,2283
à 60 .... 1,[illegible]742
à 80 1,3922

En comparant chacun de ces accroiſſemens avec le nombre de degrés du thermomètre auquel il répond, on voit que celui de 20 à 40 eſt plus grand que celui de zéro à 20; que celui de 40 à 60 eſt plus grand que celui de 20 à 40; & que celui de 60 à 80 eſt plus petit qu'aucun des autres intervalles de 20 degrés : de ſorte qu'il y a accroiſſement progreſſif dans les trois premières diviſions, quoique de moins en moins, & diminution conſidérable dans le quatrième. Cette anomalie eſt d'autant plus frappante, que la petite inexactitude dont j'ai fait mention précédemment ne pouvoit qu'en dérober une partie, mais la ſolution s'eſt préſentée naturellement lors de la comparaiſon du volume de mercure rentré dans le ballon pendant le refroidiſſement, avec le volume de gas qui en étoit ſorti; elle a démontré un déchet de 3,2354 pouces cubiques ſur le volume primitif de ce gas. Elle a bien vérifié la conjecture qu'avoit déjà fait naître l'éclat extraordinaire du mercure qui avoit ſervi à cette opération, que l'oxide qui s'y étoit formé dans les précédentes expériences, avoit été décompoſé dans celle-ci par l'affinité de l'hydrogène, à l'aide de la chaleur. Il n'y avoit plus d'autre cauſe à chercher de la petiteſſe du produit de la dilatation dans la quatrième diviſion.

Le gas du récipient & celui qui étoit reſté dans le ballon, n'ont donné aucun ſigne d'inflammation à l'approche de la bougie; à la vérité ils ne furent éprouvés que le lendemain & après avoir ſéjourné pendant cet intervalle ſur l'eau de la cuve, ce qui a pu augmenter encore leur altération.

M. Prieſtley avoit annoncé que le gas hydrogène étoit plus dilatable que l'air commun; cela eſt confirmé par l'expérience de M. du Vernois, ſuivant laquelle, en admettant la répartition égale pour les vingt premiers degré, on trouveroit *pour chaque degré*, 0,00419 ou $\frac{1}{238,6}$, tandis que le même calcul ne donne pour l'air commun que $\frac{1}{253,8}$.

On peut encore remarquer que la dilatation ſuit ici une marche bien différente de celle de l'air vital Dans les 20 premiers degrés, l'air vital ſe dilate de $\frac{1}{442,5}$ pour chaque degré, le gas hydrogène de $\frac{1}{238,6}$, quantité preſque double. De 20 à 40 degrés, le premier donne $\frac{1}{98,5}$, le ſecond $\frac{1}{130,5}$, ce qui n'eſt plus guère que les deux tiers. Après cela, la dilatation de l'air vital va toujours en augmentant, celle du gas hydrogène toujours en diminuant; & comme, pour celui-ci, la dilatation dans l'intervalle de 40 à 60 degrés, n'a ſurpaſſé celle de 20 à 40 que de 0,00007, il eſt très-probable que l'action de l'oxide mercuriel ſur ce gas a commencé dans cette diviſion (1).

Le *gas nitreux* obtenu par la diſſolution du cuivre, & recueilli dans l'appareil hydro-pneumatique a été tranſvaſé dans le ballon à travers le mercure, il y a été enfermé la température étant à zéro & la preſſion à 27 pouces 3,5 lignes. Il étoit reſté dans le ballon, en le bouchant, une portion de mercure d'environ $\frac{1}{5}$ de pouce cube; & comme il fut laiſſé pendant une nuit ainſi préparé, on remarqua le lendemain, à la ſurface du globule de mercure, des points jaunes qui indiquoient un peu de cet oxide mercuriel appellé par les Chymiſtes *turbith nitreux*, & qui avoit été vraiſemblablement produit par la petite quantité d'acide que le gas nitreux emporte toujours avec lui.

Le volume de ce gas pris pour l'unité a occupé les eſpaces ſuivans:

à 20 *degrés de chaleur*	1,0652
à 40	1,1763
à 60	1,4437
à 80	1,6029

Ainſi les expanſions ont progreſſivement augmenté de zéro juſqu'à 60 degrés; celle de la quatrième diviſion n'eſt plus dans la même proportion d'accroiſſement; mais on ceſſe d'en être ſurpris quand on ſait que le gas nitreux eſt diminué, en quelque ſorte, à la manière de l'air, par les ſubſtances combuſtibles ou calcinables. En effet, dès que la température eut atteint le 76e. degré ou environ, (qui eſt ſans doute le terme que cette affinité exige dans le cas particulier) les bulles qui devoient fournir le 4e. produit ſont devenues ſenſiblement plus rares; il s'en falloit 1,7195 pouces cubes que le gas retrouvé ſoit dans le ballon, ſoit dans les quatre récipiens où ils avoient été recueillis ſéparément, ne repréſentât le volume primitif; enfin ce gas étoit manifeſtement altéré, puiſque mêlé avec le même air il ne donnoit plus que 0,515 d'abſorption, au lieu de 0,56 qu'il donnoit auparavant (2).

---

(1) On trouvera ci-après (*Expér. XIII*), la deſcription d'un appareil, au moyen duquel on peut rendre très-ſenſible en quelques minutes la diminution du gas hydrogène, par la réduction d'un fragment d'oxide de plomb blanc, qu'il ſuffit d'échauffer par l'application de la flamme d'une petite bougie.

(2) On pourroit croire que l'altération de ce gas n'étoit due qu'à l'acceſſion d'un peu d'air commun, par l'imperfection de l'appareil, d'autant plus que, dans des expériences ſemblables, M. Crawford a obſervé que des vaiſſeaux dans leſquels il pouvoit faire le vuide à froid, n'enfermoient plus l'air exactement quand ils avoient été tenus dans l'eau bouillante (*on animal heat*, &c. 1778, *pag.* 205 & 210); mais la rentrée du mercure de la cuvette dans le ballon, & le déchet ſur le volume primitif écartent ici tout ſoupçon de mélange, & prouvent que l'appareil tout ſimple de M. du Vernois, conſiſtant dans un ballon fermé par un bouchon de liege, garni de maſtic dur, & recouvert d'une bande de veſſie, eſt bien plus sûr que les cylindres à robinet employés par M. Crawford; auſſi les altérations qu'il a reconnues

Le *gas acide carbonique* dégagé du ſpat calcaire par l'acide ſulfurique & reçu immédiatement dans le ballon rempli de mercure, y a été enfermé comme les précédens à la température de zéro, & porté ſucceſſivement à la chaleur de l'eau bouillante; les produits de la dilatation ou les portions de gas expulſées du ballon par la chaleur ont été reçues dans des récipiens ſéparés; & leur volume déterminé à la même preſſion & à la température de zéro.

Les rapports ſuivans indiquent les eſpaces occupés par une quantité de ce gas repréſentée par l'unité, aux degrés correſpondans du thermomètre:

à 20 *degrés*	1,1105
à 40	1,3066
à 60	1,7385
à 80	2,0094

Le produit de la dilatation dans le premier intervalle ſurpaſſe celui de tous les autres gas dans la même diviſion, & il ſeroit poſſible qu'il y eût quelque excès, parce que ce premier produit n'ayant pu être recueilli complètement à cauſe de quelques accidens, on le détermina par une ſeconde expérience faite avec un ballon à col recourbé & dans laquelle le gas employé fut reçu ſur l'eau avant que d'être tranſvaſé au mercure. Cependant l'accroiſſement eſt encore aſſez marqué dans les deux intervalles de chaleur qui ſuivent. Il y a au contraire diminution dans le 4ᵉ. ſeroit-ce donc encore l'affinité de ce gas acide avec l'oxide de mercure qui en ſeroit la cauſe? On ſe prêtera peut-être difficilement à ſuppoſer que le mercure coulant pût contenir une aſſez grande quantité de mercure calciné; mais on ſait combien il eſt difficile d'obtenir le gas carbonique abſolument exempt d'un peu d'air commun, & il y a lieu de croire que ce dernier a eu quelque part à l'effet qui a compenſé celui de la dilatation, au moment où la température étoit le plus élevée.

On s'eſt aſſuré d'ailleurs que le gas acide carbonique avoit été peu altéré dans cette opération, puiſque la portion trouvée dans le dernier récipient & celle reſtée dans le ballon ont été preſque en totalité abſorbées par l'eau de chaux.

Il a paru intéreſſant de ſoumettre le *gas ammoniacal* à la même épreuve, ſoit à cauſe de ſa compoſition, ſoit par rapport à l'expanſion tout-à-fait extraordinaire qu'il avoit préſentée à M. Prieſtley, même à une température peu élevée.

Ce gas a d'abord été dégagé de l'ammoniaque en liqueur, ou alkali volatil cauſtique, par la chaleur aſſez forte d'une lampe à mèche circulaire, & reçu immédiatement dans le ballon rempli de mercure. Ce ballon ayant été fermé, comme dans les précédentes expériences, & plongé dans la chaudière dont l'eau étoit à zéro, le gas s'eſt condenſé au point qu'il eſt rentré dans le ballon une quantité de mercure, que l'on n'a pu déterminer qu'après l'opération, mais que la comparaiſon des quantités en volumes de mercure employées a indiqué à très-peu près 0,813 pouce cube; ce qui a réduit la totalité du gas contenu dans le ballon & dans le ſiphon à un volume de 14,829 pouces cubes, la preſſion étant ſeulement de 23 pouces 6,5 lignes à cauſe de la colonne de mercure dans le ſiphon.

L'eau du bain a été échauffée comme à l'ordinaire; & les produits de la dilatation recueillis dans quatre récipiens ſéparés ont été ramenés à la température de zéro, pour en déterminer le volume; mais les circonſtances dont je rendrai compte dans un inſtant ne permettant pas de conſidérer la maſſe du gas ainſi renfermé comme une quantité abſolue, on a ſuppoſé la preſſion $= 1$, & dans cette ſuppoſition le volume primitif du ballon étant 349,0746 pouces cubes, à la température de zéro, les expanſions ont été trouvées comme il ſuit:

de 0 à 20 *degrés*	85,2051
de 0 à 40	208,3457
de 0 à 60	338,9571
de 0 à 80	463,8097

Pour donner maintenant à ces quantités des expreſſions plus comparables avec les réſultats des précédentes expériences, il ſuffit de les diviſer par la ſomme qui repréſentera toute autre preſſion; ainſi en ſuppoſant, par exemple, la preſſion de 28 pouces:

On a 12,4669 pouces cubes pour le volume primitif, à la température de zéro.

Et les volumes de fluide aériforme ſorti du ballon étant meſurés à la même preſſion & à la même température ſeront:

de 0 à 20 *degrés*	3,0430 *pouc. cub.*
de 0 à 40	7,4409
de 0 à 60	12,1056
de 0 à 80	16,5646

Mais en procédant à la vérification de l'expérience par la correſpondance du volume primitif avec la ſomme des volumes reçus, plus la portion qui étoit reſtée dans le ballon, M. du Vernois ne tarda pas à découvrir la cauſe accidentelle d'un effet auſſi prodigieux: la quantité totale de gas retrouvé ſoit dans le ballon, ſoit dans les récipiens, excédoit de 4,3737 pouces cubes le volume primitif, ce qui ne permettoit pas de douter qu'il ne ſe fût formé de nouveau gas d'une portion d'ammoniaque en liqueur

après ſes opérations, n'ont-elles aucune proportion avec celles que nous nous croyons fondés à attribuer à l'affinité; l'air vital de M. Crawford étoit moins pur de $\frac{1}{5}$ qu'auparavant, & ſon gas azote étoit devenu preſque tout air commun. Cette remarque s'applique à toutes les expériences qui précèdent.

qui avoit passé dans le ballon en même temps que le gas; on apperçut effectivement quelques gouttes de fluide aqueux dans le ballon, à la surface du mercure, après le refroidissement.

Pour écarter ces accidens, l'expérience fut répétée avec le gas dégagé du muriate ammoniacal par la chaux. Il ne fut reçu dans le ballon qu'après avoir traversé un vaisseau intermédiaire entouré de glace; le gas du ballon fut lui-même ramené à la température de zéro, & la portion de mercure qui y étoit remontée par la condensation (& dont la surface étoit encore couverte d'un peu de liqueur) fut remplacé par du gas conservé pour cela dans un vaisseau séparé & refroidi au même degré.

L'opération ayant été conduite comme pour les autres gas, on a trouvé, par la réduction des volumes à une même pression & à la température de zéro, qu'une masse de ce gas représentée par l'unité occupoit successivement les espaces indiqués par les nombres suivans:

à 20 *degrés* de chaleur	1,2791
à 40	1,8487
à 60	3,5878
à 80	6,8009

Mais, malgré toutes les précautions prises pour avoir un gas aussi exempt qu'il étoit possible de liqueur capable d'en reproduire de nouveau, les volumes recueillis dans les récipiens ajoutés à la portion restée dans le ballon surpassoient encore le volume primitif; tellement qu'au lieu de 15,3207 pouces cubes de gas employé, il s'en trouvoit 15,8671. Quelque foible que soit cet excès, en comparaison de celui de la première expérience, il ne laisse pas que de jetter encore de l'incertitude sur la vraie quantité de ce gas exposé à la chaleur, & par conséquent sur les rapports de son accroissement.

On pourroit soupçonner qu'une portion de ce gas a été décomposée à la faveur de la température, par l'oxide mercuriel qui se trouvoit accidentellement dans le mercure, & que le gas azote affranchi de cette combinaison a occupé un plus grand espace; mais, soit que le gas ammoniacal n'ait pas rencontré assez de mercure oxidé pour rendre cet effet sensible, ou, ce qui est aussi probable, que cette affinité exige encore un bien plus haut degré de chaleur, il paroit que cette cause n'a pas concouru; puisqu'après que l'on eut fait absorber par l'eau le gas du ballon, la portion restante de fluide élastique fut reconnue, à l'eudiomètre, pour de très-bon air commun contenant 0,27 d'air vital. On avoit remarqué d'ailleurs que les bulles avoient entièrement cessé de passer dans le récipient vers le 74ᵉ. degré, ce qui ne peut guère être attribué, comme on l'a vu par tout ce qui précède, qu'à l'affinité de la petite portion d'air introduite dans le ballon par le mélange de celui des vaisseaux & peut-être aussi lorsqu'il fut élevé à la surface de la cuve pour le boucher sans y laisser de mercure. Ainsi il y a tout lieu de penser que la production de nouveau gas a été encore plus considérable & qu'indépendamment du demi-pouce cube excédant au volume primitif, une autre portion a remplacé le volume d'air diminué dans le dernier intervalle de chaleur.

Cela prouve suffisamment toutes les difficultés que présente cette expérience sur le gas ammoniacal; cependant comme les phénomènes qui en troublent le résultat ne peuvent guère avoir lieu que dans les deux dernières divisions, on peut déjà conclure que c'est un des fluides élastiques les plus dilatables par la chaleur, & que si son expansion dans les cinq premiers degrés n'est pas tout-à-fait quadruple de celle de l'air commun, comme on devoit le juger d'après les observations de M. Priestley, elle approche néanmoins de ce terme, puisque 100 pouces cubes d'air commun à zéro n'occupent à 20 degrés qu'un espace de 107,89 pouces cubes, tandis que dans les mêmes conditions 100 pouces cubes de gas ammoniacal occupent réellement un espace de 127,93 pouces cubes.

Tel est le précis du travail de M. du Vernois; quoiqu'il laisse encore matière à de nouvelles recherches, il n'en sera pas moins utile aux Chymistes qui s'appliquent à mettre dans les expériences sur les gas toute la précision dont elles sont susceptibles; & j'ai pensé qu'ils me sauroient gré de leur présenter dans une seule table tous les rapports qu'il a ainsi déterminés.

J'avertirai encore que plusieurs de ces rapports, quoiqu'indiqués par l'expérience, sont nécessairement inexacts, puisque l'effet a été en partie détruit par des combinaisons à la faveur de la haute température; ce n'est donc que pour en faciliter le rapprochement que je les ai conservés, & je les ai renfermés entre deux crochets pour que l'on ne fût pas exposé à les confondre avec ceux qui suivent la loi de l'accroissement. L'expansion du gas azote qui est, dans la 4ᵉ. division, de $\frac{1}{0,193}$, ou $5\frac{1}{57,2}$ *fois* son volume, pourra faire juger quelle eût été celle des autres gas à la même chaleur, s'ils n'avoient pas été diminués par les affinités. Après le gas azote, le gas acide carbonique est, comme on devoit s'y attendre, celui qui marche le plus régulièrement.

La dernière colonne fait voir la somme des expansions depuis zéro jusqu'à 80 degrés; il ne faut pas perdre de vue que ces quantités sont affectées des mêmes diminutions vers les derniers degrés, de sorte que le gas azote est encore ici le seul dont la mesure de la dilatation entre ces deux extrêmes puisse être regardée comme approchant de la réalité; mais cela n'empêche pas que l'on ne puisse tirer quelques conséquences utiles des autres résultats. Par exemple, M. Crawford regarde comme prouvé par les expériences de M. le Général Roi, que le volume de l'*air commun* à zéro du thermomètre de Farenheit, est à son volume à 212 degrés, ou à la chaleur de l'ébullition : : 1 : 1,4 (*on animal heat, &c,*

pag. 252); on trouvera ici une proportion d'accroissement plus que double, dans une latitude de variations de chaleur moindre de 14, 2 degrés de Réaumur, & malgré l'altération démontrée d'une partie de l'air.

TABLE des expansions de L'AIR *& des principaux* GAS *par la chaleur, observées de 20 degrés en 20 degrés, depuis la congellation jusqu'à l'ébullition de l'eau, & des quantités totales de dilatation entre ces deux limites.*

	de 0 à 20 *deg.*	de 20 à 40	de 40 à 60	de 60 à 80	de 0 à 80 *deg.*
L'air commun SE DILATE de	$\frac{1}{12,67}$	$\frac{1}{5,61}$	$\frac{1}{2,49}$	$\left(\frac{1}{3,57}\right)$	$\frac{1}{1,067}$
L'air vital	$\frac{1}{22,12}$	$\frac{1}{4,92}$	$\frac{1}{1,53}$	$\left(3+\frac{1}{1,73}\right)$	$4+\frac{1}{2,09}$
Le gas azote	$\frac{1}{29,41}$	$\frac{1}{5,41}$	$\frac{1}{1,82}$	$5+\frac{1}{57,2}$	$5+\frac{1}{1,061}$
Le gas hydrogène	$\frac{1}{11,91}$	$\frac{1}{6,92}$	$\left(\frac{1}{6,85}\right)$	$\left(\frac{1}{58,82}\right)$	$\frac{1}{2,55}$
Le gas nitreux.	$\frac{1}{15,33}$	$\frac{1}{9,00}$	$\frac{1}{3,739}$	$\left(\frac{1}{6,28}\right)$	$\frac{1}{1,65}$
Le gas acide carbonique .	$\frac{1}{9,049}$	$\frac{1}{5,099}$	$\frac{1}{2,31}$	$\left(\frac{1}{3,69}\right)$	$1+\frac{1}{106,3}$
Le gas ammoniacal	$\frac{1}{3,58}$	$\frac{1}{1,75}$	$1+\frac{1}{1,35}$	$\left(3+\frac{1}{4,69}\right)$	$5+\frac{1}{1,248}$

En terminant ce qui regarde les incertitudes occasionnées par les variations accidentelles de température, il ne sera pas inutile d'observer que l'on doit sur-tout être en garde contre la chaleur que les vaisseaux peuvent recevoir des mains; il n'en faut pas davantage pour changer les résultats & produire des erreurs d'autant plus difficiles à corriger, qu'on est plus éloigné d'en soupçonner la cause.

Lorsqu'on croit pouvoir se dispenser de soumettre les gas à la dessiccation par les sels, il ne s'ensuit pas de là qu'il soit toujours indifférent de négliger de faire entrer dans l'estimation de leur volume le degré de *sécheresse* & d'*humidité* : il est bien certain au contraire que pour comparer rigoureusement les volumes de l'air & des fluides aëriformes, soit après qu'ils ont été desséchés, soit lorsqu'après les avoir privés d'humidité, on est ensuite obligé de les remettre en contact avec l'eau, il sera souvent utile de corriger les mesures prises dans les différens temps de ces opérations. M. de Saussure a fait une observation importante qui peut servir à cette correction; il a reconnu que *l'élasticité de l'air* (ou son volume) *augmentoit environ d'un 54°. lorsque les vapeurs en le pénétrant le faisoient passer de la sécheresse extrême à l'extrême humidité*, & réciproquement qu'il y avoit diminution d'un 54°. quand l'air d'abord saturé de vapeurs en étoit privé par des substances capables de les absorber (*Essais sur l'Hygrométrie*, §. 110.) J'aurai occasion de faire connoître une autre partie du travail de ce célèbre Physicien sur l'estimation de la quantité d'eau que recèlent l'air & les gas, quantité qui, comme je l'ai déjà annoncé, est sujette à varier par la température & même par la pression.

J'aurois encore bien des choses à ajouter, si je voulois épuiser les précautions industrieuses que l'esprit de recherche excité par les difficultés a imaginées pour diminuer, autant qu'il étoit possible, les incertitudes & les sources d'erreurs dans ces expériences. Telle est leur nature, que souvent il n'est pas indifférent de les faire au soleil ou à l'ombre; qu'une légère altération ou du mercure qui enferme le gas, ou de tout autre métal destiné à porter l'étincelle électrique sous les récipiens, suffit pour en imposer; que pour retrouver les doses on est obligé de re-

cueillir la moindre vapeur sur les parois des vaisseaux au moyen de lames de papier dont on observe l'augmentation de poids, &c. &c. Mais les détails de ces manipulations trouveront naturellement leur place dans la description des procédés auxquels elles appartiennent plus spécialement. Je me suis simplement proposé de donner ici les règles les plus générales, & j'en ai dit assez pour remplir cet objet.

§. III. *Expériences qui servent à découvrir les principes prochains de l'air.*

Les fluides se trouvant par leur nature dans la condition la plus favorable aux combinaisons, sont aussi ceux de tous les corps que l'on rencontre le moins habituellement dans l'état de pureté ou d'isolement : ainsi l'air, celui sur-tout qui est voisin de la terre, est presque toujours chargé de matières étrangères, qu'il enlève & qu'il dépose, qu'il quitte & qu'il reprend, suivant les circonstances & les vicissitudes de la température. On conçoit dès-lors que pour en faire une analyse exacte, dont les résultats soient constans & indépendans de toute composition accidentelle, il faut le prendre comme il se trouve dans la portion la plus pure de l'athmosphère; c'est-à-dire, tel qu'il existe essentiellement par lui-même. C'est ainsi que je vais le considérer ici, me réservant d'indiquer dans une autre section les substances avec lesquelles il peut s'unir, les propriétés qu'il en reçoit, & les moyens de séparer & de reconnoitre ces principes qui lui sont étrangers.

EXPÉRIENCE I.

Si on expose à l'air libre, en quelque lieu & à quelque température naturelle que ce soit, de l'acide sulfurique très-concentré, dans une capsule évasée; cet acide prendra, dans un temps plus ou moins long, une augmentation d'environ le triple de son poids, & cette augmentation ne sera le plus généralement que de l'eau pure, ce dont il sera facile de se convaincre en la séparant par une nouvelle concentration de l'acide.

Remarques. Cette observation est de *W. Gould* qui la publia dans les Transactions philosophiques de 1684, où l'on voit que 180 grains d'acide placés dans un vaisseau de verre de 3 pouces de diamètre ont acquis, du 9 Novembre au 4 Janvier suivant, une augmentation de poids de 570 grains; que cette augmentation a été le premier jour de 68, le second de 58, le troisième de 39; que passé le neuvième jour elle n'a plus été que de 12 & au dessous; qu'en général & à quelques variations près qui dépendoient manifestement de l'athmosphère, elle a continuellement décrû; enfin que les augmentations dans des temps égaux avoient été proportionnelles aux surfaces, puisqu'une quantité pareille du même acide, mise dans un vaisseau d'un pouce seulement de diamètre, n'avoit gagné dans les six premières heures que $\frac{1}{15}$ du poids acquis par le vaisseau de 3 pouces de diamètre.

Ce n'est ici, comme on le voit, qu'une expérience hygrométrique, & les Physiciens savent qu'il y a un grand nombre de substances qui ont, de même que l'acide sulfurique, la propriété d'attirer l'humidité de l'air; mais ayant seulement à démontrer la présence de l'eau, j'emploie de préférence cet acide parce qu'en même temps qu'il montre l'effet dans un haut degré, il donne plus de facilité pour déterminer l'accroissement de poids, & qu'il a de plus l'avantage (lorsqu'il est saturé d'oxigène) de n'agir que sur l'eau de l'air; ce qu'on ne peut pas dire de bien d'autres corps hygrométriques & particulièrement des terres & des sels caustiques qui attirent encore le gas acide carbonique.

Nous pouvons donc déjà affirmer qu'il y a de l'eau dans l'air, mais *en quel état, en quelle quantité y existe-t-elle? est-ce un de ses principes essentiels?* Telles sont les questions que nous devons examiner avant que de terminer ce premier point de son analyse.

I. *En quel état l'eau existe-t-elle dans l'air athmosphérique?* Il y a long-temps que l'on a remarqué que l'air plus humide étoit plus léger que l'air plus sec (1), mais on n'avoit encore que des idées vagues sur la manière dont l'eau étoit unie à l'air. L'application que plusieurs célèbres Physiciens ont donnée depuis quelques années à cette matière, a avancé la solution de ce problême; & sans entrer dans des discussions qui intéressent particulièrement la science météorologique, nous ne devons pas négliger de présenter les faits dont les conséquences pourront dans la suite répandre quelque jour sur nos opérations.

M. le Roi de Montpellier paroit être le premier qui ait cherché à établir que le fluide aqueux étoit intimement combiné avec l'air; c'est-à-dire, qu'elle y existoit dans l'état d'une vraie dissolution chymique (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. ann. 1751*).

M. de Saussure adopte cette opinion. « La parfaite transparence (dit-il) d'un air saturé de vapeurs par la chaleur, leur apparition subite par le froid, leur union intime avec l'air, malgré la différence de leur densité, sont des indices certains d'une combinaison intime des élémens de la vapeur avec les élémens de l'air ou d'une vraie dissolution chymique. » (*Essais sur l'Hygrométrie*, §. 191.)

Il seroit difficile de concevoir que cela pût être autrement : l'eau reste unie à l'air tant que les circonstances ne changent pas, c'est ce qui n'arrive pas aux fluides sans affinité, parce que leur mobilité ne permet pas de supposer que leurs molécules puissent demeurer ainsi interposées & suspendues par

(1) Newton a dit : *une athmosphère humide est plus légère qu'une athmosphère sèche, à quantités égales.* Traité d'Opt. liv. III, quest. 31.

le frottement ou d'une manière purement méchanique. La seule équipondérance prouveroit donc la combinaison, &, à plus forte raison, cette distribution uniforme, cette condition d'homogénéité qui ne peut jamais être le résultat d'un simple mélange.

Cependant, suivant M. de Saussure, *l'air ne dissout pas l'eau immédiatement, il ne la dissout que quand l'action du feu l'a convertie en vapeurs;* cette distinction, je l'avouerai, ne m'a pas paru jusqu'ici établie sur des fondemens bien solides, elle touche de trop près aux propriétés chymiques de l'air pour que je me croie dispensé de produire les raisons qui me font douter.

Il est incontestable que la chaleur est nécessaire à la combinaison de l'eau & de l'air: pour s'en convaincre, il suffit d'observer ce qui arrive quand on place un corps froid, un flacon plein de glace, par exemple, dans un air dont la température est sensiblement plus élevée; on voit bientôt une portion de l'eau que tenoit cet air ambiant se condenser ou se déposer en gouttes à la surface de ce corps plus froid; d'où il suit invinciblement que la diminution de la chaleur de l'air a fait cesser en partie la dissolution de l'eau. Mais que conclure de là? C'est un phénomène qui a lieu avec bien d'autres dissolvans chymiques; la plupart des sels se déposent aussi en partie par le refroidissement de l'eau, &, l'on ne s'est pas cru fondé à en conclure que les sels devoient recevoir une certaine quantité de chaleur avant que de devenir solubles par l'eau; le fait même auroit résisté à cette supposition, puisque c'est l'eau que l'on échauffe pour lui faire prendre une plus grande quantité de sel: on a donc continué de regarder l'eau à telle température comme le vrai dissolvant d'une dose déterminée de sel. Cette idée seroit encore exacte, quand même on produiroit la dissolution en laissant l'eau froide & y portant le sel chaud, parce qu'il importe peu à la nature essentielle du composé de laquelle des manières possibles les parties composantes se trouvent rassemblées; rien n'empêche sans doute que l'on ne puisse former un amalgame en jetant de l'or en fusion sur du mercure congelé, le produit de cette opération ne sera pas moins une vraie dissolution d'or par le mercure, parce que ce sera toujours le dernier qui entretiendra la fluidité du composé à la température ordinaire, & qu'il donnera véritablement sa forme au premier; ce que nous sommes convenus de regarder comme le caractère du dissolvant, quoique rigoureusement l'action ou l'attraction des deux corps soit nécessairement réciproque.

On opposera peut-être avec l'ingénieux Auteur de cette distinction, que l'eau peut être mise en état de vapeurs élastiques sans le concours de l'air, & que dans les vaisseaux distillatoires, fermés hermétiquement, la vapeur ne se mêle pas à l'air, s'il n'y a quelque agitation qui favorise le mélange (§. *183-192*); mais ces phénomènes ne me paroissent pas inconciliables avec l'hypothèse de la dissolution de l'eau par l'air.

L'eau peut être convertie en vapeurs sans être dissoute par l'air; ce fait se démontre par le jeu de l'éolipile, par la puissance des pompes à feu, par la distillation dans les vaisseaux purgés d'air, & en particulier par l'expérience imaginée par le célèbre Franklin pour rendre sensible le phénomène de l'ébullition de l'eau par la simple chaleur de la main, au moyen d'un tube de verre portant à ses deux extrémités de petites boules vuides d'air & à moitié pleines d'eau ou d'alcohol (*Voyez fig. 2 de Chymie générale*). Mais l'eau n'est pas le seul corps auquel appartienne la propriété de se convertir en vapeurs par sa combinaison avec le calorique, nous avons même les plus fortes raisons de croire qu'elle est générale, &, pour ne parler ici que des sels qui se subliment, si on recevoit immédiatement dans l'eau au moment même de la sublimation, du gas acide muriatique, par exemple, ou un sel ammoniacal, seroit-il pour cela moins vrai de dire qu'ils sont tenus en dissolution par l'eau, absolument comme s'ils y avoient été portés dans un état différent? Tel est cependant le cas des dissolutions des vapeurs aqueuses par l'air; on n'est donc pas plus fondé à changer la manière d'exprimer la combinaison des deux corps sensibles, puisqu'elle suppose toujours la condition de température, de quelque part que vienne la matière qui remplit cette condition.

Pour ce qui est de la distillation qui cesse, quoique dans les circonstances les plus favorables (c'est-à-dire, lorsque la cornue est le plus fortement échauffée & le récipient le plus fortement refroidi), si la cornue porte un col long & étroit & qui soit scellé hermétiquement au récipient (*Journ. phys. 1779, part. 1, p. 22.*); je ne vois dans ce phénomène décrit par M. l'Abbé Fontana, que l'effet naturel de la compression qui suspend en général toute dissolution: l'expérience suivante démontre qu'elle peut même suspendre la dissolution directe de l'eau par la chaleur ou sa conversion en vapeurs.

Expérience II.

Je remplis entièrement d'eau distillée le bulbe & le col d'une petite cornue de verre soufflée à la lampe d'Emailleur, dont le bulbe peut contenir environ 2,5 pouces cubiques d'eau; en mettant le doigt sur l'extrémité de son col pour empêcher l'eau d'en sortir, je le plonge tout de suite sous une cloche de verre également remplie d'eau & un peu enfoncée au dessous de l'eau d'une cuvette, comme pour les distillations pneumatiques. J'échauffe alors le bulbe de la cornue en plaçant dessous un petit réchaud ou le fourneau de lampe à courant d'air intérieur: il se forme bientôt des vapeurs qui occupent la partie du dôme, qui en déplacent l'eau, qui envoient même quelques bulles sous la cloche; mais quelque attention que l'on prenne à entretenir le feu ou même à l'augmenter (pourvu qu'on ne le porte pas au point de faire éclater le vaisseau) la distillation s'arrête tout-à-coup, l'eau remplit de nouveau toute la capacité

pacité de la cornue; & comme les bulles qui passent sous le récipient disparoissent aussi par la condensation, il arrive qu'après avoir répété trente fois l'opération, tout se retrouve au même état que dans le premier instant.

Ce phénomène qui est connu dans les Cours publics de l'Académie de Dijon sous le nom de *distillation perpétuelle*, me paroit indiquer assez clairement ce qui se passe dans l'expérience de M. Fontana; car c'est la même chose que l'eau de la cornue soit comprimée par de l'air renfermé, dont l'élasticité fait équilibre à la force expansive des vapeurs, ou par l'eau du récipient; ici la compression n'est pas même susceptible d'une égale intensité, puisque l'eau ne se soutient dans la cloche que par le poids de la colonne athmosphérique.

Au reste, M. de Saussure reconnoit également que la compression est, dans l'appareil de M. Fontana, le véritable obstacle à la dissolution de l'eau par l'air, on ne peut dès-lors en tirer aucune induction en faveur de la distinction qu'il propose; il n'est pas possible de douter que la petite portion d'air qui étoit la plus voisine de l'eau ne s'en soit d'abord saturée; & quand une fois cette action réciproque a été épuisée, tout a dû cesser, absolument comme on le remarque dans les dissolutions acides elles-mêmes, quand l'acide est concentré; parce que la portion saturée empêche le contact, & que c'est lui qui met en jeu les puissances.

Avant que d'admettre enfin que l'air ne dissout l'eau qu'en état de vapeur, il faudroit prouver que l'affinité de l'eau avec le calorique l'emporte tellement sur celle de l'air avec le même principe, que quand l'air chaud rencontre de l'eau froide, celle-ci s'empare, avant toute union, de la quantité de chaleur nécessaire à sa conversion aériforme; il faudroit supposer du moins que l'eau simplement liquide n'a aucune affinité avec l'air; or il y a long-temps que le célèbre Mariotte a fait voir que l'eau privée d'air en reprenoit étant mise en contact avec lui sous une cloche de verre à la température ordinaire. Cette expérience, sur laquelle j'aurai occasion de revenir, démontre la possibilité de l'union de l'air à l'eau, sans que celle-ci soit réduite en vapeurs.

Nous pouvons conclure présentement que l'eau que recèle habituellement l'air athmosphérique, & que l'on y découvre par les affinités des substances hygrométriques, y est véritablement combinée, & que cette dissolution doit persister tant que la température ne change pas, ou que l'eau n'est pas séparée de l'air par une affinité plus puissante. Je n'ai pas cru devoir passer légèrement sur une question aussi importante à la théorie des dissolutions; mais je ne veux pas laisser croire non plus que cette conclusion suffise à l'explication de tous les cas qui occupent les Météorologistes; & pour donner une idée plus complette de la manière dont l'eau peut exister dans l'air ou s'en séparer, je ferai ici, d'après eux, deux remarques essentielles.

1°. L'eau se soutient quelquefois dans l'air sous une forme visible, comme dans les brouillards, dans les nuages; c'est ce que M. de Saussure appelle *vapeurs vésiculaires*, parce que, de même que la fumée de l'eau chaude, elles présentent des vésicules ou petites sphères creuses; & il les nomme *vapeurs concrètes*, lorsque plus condensées, sans cependant être réduites en glace ou en pluie, elles sont emportées par l'agitation de l'air à cause de leur extrême ténuité. (§§. *198*, *200 & suiv.*)

On conçoit qu'il n'y a plus ici véritable dissolution, mais un mélange inégal & non permanent, que je ne puis mieux comparer qu'à celui de l'eau & de l'huile dans l'instant qui suit une forte agitation de ces deux liquides; & comme l'affinité d'union est inefficace, les particules huileuses affectent aussi la forme sphérique déterminée par l'affinité d'aggrégation qui est plus puissante.

Mais on demandera pourquoi l'eau perd dans ces circonstances la propriété de s'unir à l'air & de former une combinaison homogène. Le célèbre Auteur des Essais sur l'Hygrométrie convient qu'il n'est pas aisé d'indiquer ce qui peut obliger les particules d'eau à prendre cette forme de sphères creuses, d'autant plus qu'elles paroissent la conserver, lorsqu'elles flottent à la surface de l'eau chaude ou qu'elles sont réellement en contact avec elle, & que les nuages des hivers annoncent que le froid seul ne suffit pas pour enlever à ces vésicules l'enveloppe légère qui les soutient: il demande si ce ne seroit pas une athmosphère de quelque fluide plus rare que l'air qui s'opposeroit au contact de ces vésicules; il n'est pas éloigné de conjecturer que le fluide électrique peut y avoir quelque part. Ces vues méritent sans doute toute l'attention des Physiciens; mais je demanderai à mon tour s'il n'est pas possible d'arriver à une solution plus simple, en partant des faits acquis & en leur appliquant les principes des dissolutions.

M. de Saussure s'est assuré par un grand nombre d'observations & même par des expériences directes, tant sur les brouillards de la plaine, que sur les nuages les plus élevés qui s'attachent aux montagnes, que *ces vésicules n'existent jamais que dans un air saturé de vapeurs* (§. *215*); nous n'avons pas besoin, ce me semble, de chercher une autre cause de la cessation de la dissolution, c'est un phénomène que la Chymie nous offre tous les jours; & quand la saturation a épuisé les forces de la combinaison, il n'est pas étonnant que la matière qui reste en excès demeure séparée; il est tout simple encore, quand cette matière est fluide, que ses molécules se disposent suivant le système de leur affinité d'aggrégation, & qu'elles occupent la place que leur assigne leur pesanteur respective, avec les modifications qu'y apportent le frottement & l'agitation de l'air humide, & qui n'est plus pour elles que le milieu dans lequel elles sont suspendues.

La seule vérité que nous ayons donc à recueillir ici & qui ne laisse pas que d'être assez importante, c'est qu'il y a un terme de saturation de l'air par

l'eau, *que l'air ne s'unit pas à l'eau en toute proportion*, ou, pour parler d'une manière plus conforme aux principes que j'ai établis en traitant de l'*affinité d'excès*, que le composé d'air & d'eau n'a qu'une très-foible affinité avec l'eau, même dans l'état de vapeurs le plus favorable à cette union.

Au surplus, quoique j'aie supposé jusqu'à présent avec M. de Saussure, que l'eau, dans cet état de suspension dans l'air, affecte la forme de vésicule ou de sphère creuse, je ne dois pas terminer cet article sans exposer les raisons qui me paroissent résister à cette supposition. La comparaison des bulles de savon n'est point assez exacte pour tenir lieu de preuve, puisqu'ici nous connoissons parfaitement la matière de l'enveloppe ou pellicule visqueuse qui enferme de l'air dilaté, sur lequel elle n'a point d'action; au lieu que dans les vésicules d'eau, nous ne pouvons pas même concevoir quelle seroit la nature de leur enveloppe, comment elles résisteroient à la pression, si elles étoient absolument vuides, comment dans ce cas elles pourroient augmenter ou diminuer de volume par l'impression de la chaleur & du froid, ce qui est généralement reconnu. Il y auroit encore bien plus de difficultés à imaginer que le calorique ou matière de la chaleur pût remplir la capacité de ces sphères, dans un état libre, sans combinaison, sans tendance à la combinaison, puisqu'il n'agiroit pas sur son enveloppe.

Il est donc bien plus naturel de penser que *les vapeurs aqueuses* distinctes de l'air humide ou de la dissolution de l'eau par l'air, *sont tout simplement des globules d'eau tenue en dissolution par une grande quantité de calorique*. On ne sera plus étonné que ces globules restent séparés de l'air, c'est, comme nous l'avons vu, l'effet de la saturation; cette idée se concilie facilement avec une légèreté égale ou même supérieure à celle de l'air, car nous savons que l'eau peut être raréfiée bien au-delà de ce qui est nécessaire pour remplir cette condition. Que ces globules vaporeux soient visibles à l'œil nud, sous un jour favorable, il ne s'ensuit nullement que toute l'eau que leur légèreté permet d'admettre dans leur substance, doive nécessairement se trouver à leur surface; ce n'est pas la quantité des molécules d'eau dans cette surface qui fait la mesure de l'image, mais l'espace qu'elles circonscrivent & sur lequel la lumière se réfléchit; la vision d'un pouce cube de liége est aussi distincte que celle d'un pouce cube d'or. L'apparence de ces sphères, même vues au microscope, n'est pas d'un grand poids pour décider le vuide ou le plein de leur capacité, quand on considère combien il doit se rencontrer de causes d'illusion dans l'examen de corpuscules mobiles & d'une aussi extrême petitesse; MM. Kratzenstein & de Saussure qui les ont observés avec le plus de soin, s'accordent à placer leur grosseur moyenne entre 1/[illegible] & 1/[illegible] de ligne de diamètre. Les couleurs produites par la réfraction des rayons transmis à travers ces globules ne prouvent pas plus qu'ils soient vésiculaires: M. Kratzenstein, en suivant la méthode donnée par Newton pour les boules d'eau de savon, avoit conclu de ses observations une épaisseur de lame ou de l'enveloppe de ces sphères, telle qu'en les supposant vuides, leur diamètre auroit dû être trente-six fois plus grand pour qu'elles pussent s'élever dans l'air; & M. de Saussure a reconnu qu'il étoit impossible de tirer aucune induction certaine de ces expériences, soit à cause de la brièveté de la durée de ces couleurs, soit parce qu'elles étoient plutôt simultanées que successives (§. *209*).

Ainsi nous n'avons, du moins jusqu'à présent, aucune observation, aucune expérience qui établisse ni la concavité de ces sphères, ni la nécessité d'une athmosphère particulière qui les défende du contact de l'air; & si l'application des principes des affinités, des propriétés des corps dont l'existence est prouvée, ne satistait pas encore pleinement à l'explication de tous les météores aqueux & des phénomènes qu'ils présentent, cela vient probablement de ce que nous n'avons pas une connoissance suffisante des loix de la communication de la chaleur. La seconde remarque que j'ai annoncée va en offrir un exemple & pourra servir d'éclaircissement à ce sujet.

2°. Quoiqu'il soit vrai en général que l'air est dissolvant de l'eau, & que cette combinaison n'exige, comme toute autre dissolution, que la condition d'une certaine température, suivant laquelle changent les quantités dissoutes; il faut prendre garde cependant qu'il ne s'ensuit pas nécessairement que la marche de la chaleur soit entièrement uniforme pour l'air & pour l'eau, ni même que les quantités d'eau que l'air peut tenir en dissolution soient exactement proportionnelles à sa température; la formation de la pluie & plusieurs autres phénomènes aussi familiers résistent absolument à cette conséquence, c'est ce qui a engagé les Physiciens à proposer diverses hypothèses pour leur explication. Je n'en entreprendrai pas l'examen qui m'engageroit dans des discussions trop étrangères à cette analyse; mais je ne puis me dispenser de faire connoître le système qui me paroît jusqu'à présent le mieux établi, qui se concilie le plus facilement, soit avec les faits, soit avec les principes des dissolutions; & il me suffira pour cela de donner un précis de la dissertation que M. le D. *Hutton* a communiquée le 2 Février 1784 à la Société d'Edimbourg.

Les loix générales de la communication de la chaleur & du froid (dit cet Auteur) ne rendent pas raison de ce que l'haleine des animaux devient visible, quand elle est expirée dans une athmosphère froide, ni de ce que la vapeur transparente se transforme en nuage, quand elle est mêlée avec de l'air d'une température plus froide; il y a donc pour ces cas une loi particulière.

On peut regarder l'air expiré par un animal comme de l'air tenant en dissolution de l'eau, ou plutôt saturé d'humidité au degré de chaleur qu'il a reçu dans l'acte de la respiration. Si cette dissolution vient à se refroidir, l'eau, suivant les loix communes de

la condensation, doit se séparer du dissolvant ou devenir visible en réfléchissant la lumière. L'eau peut être également convertie par la seule chaleur en un fluide élastique invisible, & ce fluide étant refroidi se condense en eau & redevient visible. Mais il est prouvé que quand la vapeur se rend visible en se mêlant à l'athmosphère, cela ne dépend pas uniquement de la chaleur & du froid, ou que les effets ne sont pas toujours en raison égale de l'augmentation ou diminution de la chaleur.

Pour arriver à la solution de ce problême, il faut sans doute rechercher tous les rapports possibles, & s'il s'en trouve un qui s'accorde avec les observations, on sera fondé à le regarder comme l'expression de la loi spéciale de la nature dans les cas dont il s'agit.

La puissance dissolvante de l'air à l'égard de l'eau peut être considérée sous trois rapports différens : car, ou elle diminue comme la chaleur augmente; ou elle ne change pas par le changement de température; ou elle augmente avec la chaleur. Le premier cas répugne à tout ce que nous connoissons des dissolutions; le second peut convenir, à un certain point, à quelques dissolutions salines qui s'opèrent presque aussi bien dans l'eau froide que dans l'eau chaude; le dernier est sans contredit le plus général, c'est-à-dire, que la puissance dissolvante augmente avec la chaleur.

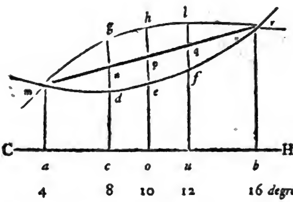
Maintenant, cette action de la chaleur peut varier en diverses proportions :

1°. La dissolution de l'eau par l'air peut varier en même raison que la chaleur.

2°. Elle peut varier en plus grande raison.

3°. Elle peut varier en moindre raison; tellement que la chaleur s'augmentant par degrés égaux, la quantité de la vapeur dissoute augmente aussi, mais dans des proportions qui décroissent continuellement.

Ces trois raisons peuvent être représentées géométriquement de cette manière :



Supposons que la ligne droite CH soit l'échelle d'un thermomètre de 80 divisions entre la congellation & l'ébullition de l'eau.

Que les ordonnées perpendiculaires *ambr* sont comme les quantités d'eau que peut tenir en dissolution une quantité donnée d'air, à la température de *a* & de *b*.

Que l'on tire maintenant la ligne droite *mr*.

Que l'on trace enfin les deux courbes, l'une inférieure *mdefr*, l'autre supérieure *mghlr*.

Il est clair que les ordonnées à la ligne *mr* marqueront les progrès de la chaleur & en même temps de la dissolution variant en *même raison* que la chaleur.

Les ordonnées à la courbe *mdefr* marqueront les progrès de la dissolution variant en *plus grande raison* que la chaleur.

Et les ordonnées à la courbe *mghlr* marqueront les progrès de la dissolution variant en *moindre raison* que la chaleur : car ces ordonnées sont prises dans la proportion de la quantité d'eau dissoute dans l'air, aux différentes températures indiquées par la ligne CH d'où elles sont tirées.

Pour connoître l'effet du mélange de plusieurs portions de l'athmosphère saturée à différentes températures, il ne faut pas perdre de vue que les ordonnées à la ligne *mr*, tirées du point de la ligne CH qui indique la température du mélange, représentent toujours la quantité d'eau contenue dans une unité du mélange; car les ordonnées *ma*, *rb* sont supposées proportionnelles à la quantité contenue dans une unité d'air des deux températures *a* & *b*; & il est assez probable que, par le mélange, la chaleur & l'eau sont uniformément distribuées, & par conséquent que tant la chaleur que l'eau contenues dans une unité du mélange sont dans la même proportion & peuvent être exprimées par la même mesure.

Dans la supposition d'une égale dissolution, que l'on mêle des portions égales d'air saturé à la température de 4 degrés au dessus de zéro & à la température de 16 degrés; le mélange produira la température 10, qui sera représentée par l'ordonnée *op*. Cette ordonnée représentera donc aussi la quantité d'eau tenue en dissolution par une unité de mélange ou par une unité d'air à la température de 10 degrés.

Au lieu de parties égales, mettons deux parties de dissolution saturée à la température 16 & une à la température 4, nous aurons la température 12, exprimée par *uq* & qui exprimera en même temps la quantité d'eau dissoute par une unité du mélange.

De la même manière, deux parties de la température 4 mêlées à une partie de la température 16, donneront la température 8, & l'ordonnée *cn* exprimera la chaleur, le mélange & la dissolution d'une unité.

Tous les mélanges qu'on pourra faire dans cette première supposition seront donc également saturés de la substance dissoute, sans défaut ni exces; c'est ce qui n'a pas lieu dans les deux autres proportions, parce que, dans ces deux cas, les ordonnées de la chaleur & de la dissolution ne sont plus les mêmes.

En effet, dans le système de la courbe *mdefr*, qui représente la proportion croissante de dissolution, si l'on mêle des portions égales d'air à 4 & à

16 degrés du thermomètre, alors la chaleur moyenne 10 aura *ep* pour l'ordonnée du mélange ; c'est-à-dire, de la quantité d'eau que contenoient les deux portions, tandis que *oe* fera l'ordonnée de dissolution ou la quantité d'eau qui peut être dissoute à ce degré de chaleur. Par conséquent *ep* sera la quantité d'eau qui ne pourra être tenue en dissolution à la température produite par le mélange.

Il en sera de même de tous les autres mélanges ; & si l'on connoît la courbe de l'évaporation ou la proportion dans laquelle s'opère la dissolution de l'eau par l'air, on peut déterminer la quantité d'eau qui se séparera par sur-saturation.

Au lieu de *sur-saturation*, il peut y avoir dans les mélanges *sous-saturation* si la dissolution est dans une proportion décroissante par rapport aux progrès de la chaleur. La courbe *m g h l r* représente cette proportion décroissante, & les ordonnées tirées jusqu'à cette courbe depuis la ligne qui exprime la chaleur moyenne, indiquent les quantités d'eau qui manquent à la saturation, & dont le mélange est sous-saturé à cette chaleur moyenne.

Ainsi, en supposant que la dissolution de l'eau par l'air augmente en même raison que la chaleur, aucun mélange ne peut donner excès ni défaut.

Si la dissolution de l'eau dans l'air augmente avec la chaleur en proportion décroissante, le mélange de deux portions saturées à différens degrés de chaleur ne produira point de condensation, mais au contraire, le mélange sera capable de dissoudre une plus grande quantité d'eau.

Enfin, si la dissolution de l'eau dans l'air augmente avec la chaleur en proportion croissante, le mélange de deux portions saturées à différens degrés de chaleur produira condensation, comme étant sursaturé à la température moyenne.

On a déjà vu que ce dernier cas étoit le seul qui pût s'appliquer aux phénomènes des vapeurs rendues visibles & de la formation de la pluie : il en fournit l'explication la plus simple & certainement la plus physique. Je laisse aux Météorologistes à en comparer les conséquences avec les observations journalières, il me suffit d'avoir présenté ce que cette théorie a de plus intéressant pour les Chymistes à qui les loix de la dissolubilité de l'eau par l'air ne sauroient être étrangères. J'ajouterai seulement que l'existence des vapeurs dans les temps les plus froids de nos hivers ne prouve rien contre cette doctrine. Il y a long-temps que M. de Luc a remarqué que la différence entre la chaleur de l'été & celle de l'hiver n'est pas assez grande pour qu'une évaporation proportionnelle ne soit pas encore très-sensible ; que les liqueurs chaudes ou qui ont des températures constantes s'évaporent d'autant plus promptement que l'air environnant est moins chaud ; que de là vient que les distillations réussissent mieux en hiver ; que les eaux thermales s'évaporent beaucoup plus dans cette saison (*Recherch. sur l'athmosphère*, &c. §§. 686, 690).

C'est une règle généralement admise aujourd'hui que l'évaporation de l'eau ou sa dissolution par l'air diminue à mesure que le froid augmente ; le célèbre de Saussure dit très-bien que ceux qui ont attesté le contraire ont confondu l'effet du froid avec celui du vent, & que, de même que l'eau, la glace est soumise à cette loi, excepté dans les premiers instans de la congellation, où l'air, en sortant de l'eau, entraîne avec lui quelques molécules (*Essais*, &c. §§. 252, 256). Un air sec malgré le froid, dit ailleurs ce Savant, est par cela même plus sec encore qu'il ne paroît l'être (§. 308) ; il ne seroit donc pas étonnant qu'un air dans cette condition, c'est-à-dire, non saturé à sa température, se chargeât d'une plus grande quantité de vapeurs, ou produisît quelquefois une plus grande évaporation qu'un air moins froid mais saturé ; cette conséquence prévient toute objection.

II. La question sur la *quantité* d'eau qui se trouve dans l'air athmosphérique est bientôt résolue, lorsqu'elle n'a pour objet que la proportion respective des parties constituantes de ce fluide, car il suit de ce que nous avons dit précédemment que cette quantité augmente & diminue dans beaucoup de circonstances ; de sorte qu'en multipliant les analyses en différens temps, en différens lieux, on n'en recueilleroit d'autre vérité sinon que cette quantité est très-variable. Mais on peut demander quel est le *maximum* de cette combinaison, quelle est la méthode la plus simple d'estimer dans tous les cas la quantité. Ces points méritent d'être éclaircis.

1.] L'un des premiers Philosophes de ce siècle, le célèbre *Lambert*, avoit senti l'importance des recherches hygrométriques ; il s'étoit particulièrement occupé à déterminer quelle étoit la plus grande quantité d'eau que l'air peut tenir en dissolution (*Essai d'Hygrométrie*, *Berlin*, 1769, §. 60) : voici la méthode qu'il indique pour parvenir à cette détermination.

Expérience III.

On prend un vaisseau de verre dont la capacité est connue, & qui puisse contenir un instrument hygrométrique ; cet instrument y étant placé, on y introduit les matières les plus capables de dessécher l'air qui y est renfermé ou d'en absorber l'humidité ; on porte alors dans l'intérieur de ce vaisseau une quantité d'eau exactement pesée, & on observe la marche de l'hygromètre : à l'instant où il s'arrête, c'est-à-dire, où il atteint le terme de l'humidité extrême, on retire le vase dans lequel on avoit mis l'eau, on le repèse, & le déchet indique la quantité nécessaire à la saturation du volume d'air. On a soin de s'assurer par des thermomètres placés en dedans & en dehors, que pendant toute l'opération, il n'y a aucun changement de température.

Le célèbre Académicien de Berlin a trouvé, en procédant de cette manière, qu'un pied cube d'air

pouvoit prendre 342 grains d'eau, ou environ 0,43 de son poids total.

D'autre part, M. de *Sauſſure* a eu pour réſultat moyen de pluſieurs expériences ſemblables la quantité de 11 à 12 grains d'eau ſeulement par pied cube d'air commun, à la température de 14 ou 15 degrés du thermomètre.

Voilà déjà deux déterminations bien éloignées; j'en rapporterai une troiſième, quoiqu'elle ait pour objet la ſaturation d'un gas bien différent, mais qui n'en eſt pas moins importante, & qui ſera d'autant mieux placée ici qu'elle doit être appréciée par les mêmes principes: je veux parler de la quantité d'eau que M. *Kirwan* croit ſoluble dans le gas oxigène ou air vital à 11,5 degrés du thermomètre de Réaumur, & qu'il porte à 3,47 grains anglois pour 81 pouces cubiques anglois (*Eſſay on phlogiſton, p. 13.*); ce qui revient, en meſures de France, à 96,251 grains pour un pied cube. Le procédé par lequel M. Kirwan a déterminé cette quantité eſt le même que celui de notre expérience I. c'eſt-à-dire, qu'après avoir recueilli l'air vital ſur l'eau, il l'a porté ſur le mercure, & qu'il y a introduit une capſule contenant de l'acide ſulfurique concentré, dont il a pris, après 24 heures, l'augmentation de poids.

S'il n'eſt pas aiſé de ſe décider ici par la célébrité de l'Obſervateur, puiſqu'elle eſt faite pour inſpirer une égale confiance, il ſuffit d'examiner avec M. de Sauſſure toutes les circonſtances qui peuvent changer le réſultat de ces expériences délicates, pour découvrir promptement ce qui en a impoſé aux deux autres Phyſiciens.

Quand on met de l'air ſec en contact avec de l'eau, il s'en charge & tend à ſe ſaturer; mais il ne faut pas croire que cette ſaturation atteigne ſon *maximum*, ſans que le vaſe qui renferme cet air reçoive une part de cette humidité. S'il éprouve d'un côté la moindre diminution de chaleur, ne fût-elle que d'un degré, l'air y dépoſe en gouttes viſibles une portion de l'eau qu'il avoit diſſoute; il la reprend bientôt dans le vaſe qu'on lui a préſenté pour l'en ſaturer, il la porte encore ſur les parois du récipient où elle ſe condenſe, & l'eau diminue ainſi ſucceſſivement dans le vaſe, ſans qu'il y ait pour cela augmentation de la quantité réellement diſſoute dans l'air.

En ſuppoſant que l'on parvienne, autant néanmoins que cela eſt poſſible, à entretenir de tous côtés une température conſtante & parfaitement égale, il n'y aura plus à la vérité de condenſation viſible aux parois du verre, mais il ne contractera pas moins cette humidité inſenſible qui le rend incapable d'iſoler les conducteurs électriques (1), & il n'en faut pas davantage pour que l'évaporation de l'eau continue au-delà de la ſaturation de l'air, parce que celui-ci eſt diſpoſé à reprendre ce qui lui manque à meſure qu'il l'abandonne. M. de Sauſſure a donc bien raiſon de dire qu'il faut être attentif à ſaiſir l'inſtant où l'inſtrument hygrométrique annonce l'humidité extrême, ou même ne pas attendre qu'il y ſoit tout-à-fait parvenu, pour enlever & repeſer l'eau qui reſte. Voilà ce que le ſavant Phyſicien de Berlin n'a point obſervé, ce qu'il n'a pu obſerver, puiſque la corde à boyau de l'hygromètre qu'il employoit *ne marque pas le terme d'humidité extrême & ne ceſſe point de ſe détordre quand l'air eſt complètement ſaturé*; au lieu que l'hygromètre à cheveu a l'avantage de reſter fixe à ce point, lors même qu'on laiſſe continuer l'évaporation après que l'air ſaturé a commencé à dépoſer des gouttes de roſée dans l'intérieur du récipient (*Eſſai d'Hygrométrie de M. de Sauſſure*, §§. *101, 104 & ſuiv.*).

Cela explique très-bien comment le célèbre Lambert a pu être conduit à une détermination ſi exceſſive qu'il répugneroit encore de l'admettre, quand on ne pourroit indiquer la cauſe de cette erreur. Il faut ajouter que la petiteſſe du vaiſſeau dans lequel il opéroit étoit telle qu'un excès d'un grain dans ſon expérience en produiſoit un de 44 par pied cube, tandis que M. de Sauſſure s'eſt ſervi d'un récipient dont la capacité étoit de 4,25 pieds cubes.

Je n'héſite donc pas de regarder la détermination donnée par M. de Sauſſure, comme bien plus approchant du vrai, & même de croire avec lui qu'elle eſt plutôt trop forte que trop foible; parce que l'on ne doit pas y faire entrer la petite portion qui s'attache néceſſairement à l'intérieur du vaiſſeau: de ſorte qu'elle peut être réduite *à 10 grains par pied cube pour la ſaturation à l'air libre* (§§. *127*). Quelques objections que l'on ait voulu faire contre le terme fixe d'humidité de ſon hygromètre, on conviendra du moins qu'il n'y en a aucune qui ſoit applicable au cas particulier, où il ne s'agit proprement que de l'humidité même de l'air, laquelle il ſeroit abſurde de confondre avec l'humidité de l'eau en maſſe. Ce qui me paroit enfin devoir lever tous les doutes à cet égard eſt la concordance du manomètre qui demeure ſtationnaire à ce point & démontre ainſi que l'air ne peut plus former avec l'eau de combinaiſon capable d'augmenter ſon élaſticité (§§. *123*).

Mais comment eſt-il arrivé qu'en opérant d'une manière inverſe, ou en ſéparant l'eau d'une quantité d'air ſaturée, M. Kirwan a eu un réſultat près de 9 fois plus grand que la proportion indiquée par M. de Sauſſure? Notre concluſion ne ſeroit pas ſolidement établie, ſi je laiſſois ſubſiſter cette objection; je crois pouvoir en donner la ſolution par des expériences qui ſerviront à confirmer les principes que je viens d'établir.

---

(1) Il y a très-certainement une force d'adhérence de l'eau au verre, *Voyez* ADHÉSION. Or, cette force conſpirant avec une diminution de chaleur peut-être inappréciable, peut décider la ſéparation progreſſive de l'eau & de l'air.

Expérience IV.

J'ai rempli d'eau un récipient A, dont la capacité étoit de 83,34 pouces cubiques françois, par conséquent plus grand que celui de M. Kirwan d'environ $\frac{1}{10}$. L'ayant placé sur la table de la cuve hydro-pneumatique, j'y ai fait passer de l'air commun, qui s'est trouvé par là dans la même condition de saturation que de l'air vital recueilli à l'eau; je l'ai porté sur le mercure, j'y ai introduit une capsule contenant 338 grains d'acide sulfurique à 1,845 de pesanteur spécifique, & je l'ai laissé 24 heures dans une chambre où le thermomètre étoit à 13,5 degrés. Au bout de ce temps, l'acide avoit acquis une augmentation de 5,03 grains, quoique j'eusse eu l'attention d'essuyer les bords inférieurs du récipient avec du papier gris, lorsqu'il eut été transporté de la cuve à l'eau dans la cuve au mercure.

Expérience V.

J'ai rempli de mercure un récipient pareil B & même qui contenoit 4,25 pouces cubiques de plus; j'y ai fait passer de l'air tenu près de 24 heures sur l'eau; mais au lieu de le transvaser à l'ordinaire, en portant le récipient de la cuve pneumatique à l'eau dans la cuve au mercure, opération dans laquelle il est impossible d'éviter qu'il ne passe en même temps un peu d'eau, j'ai reçu d'abord cet air, toujours sur l'eau, dans une grande cloche de verre armée d'un robinet à la partie supérieure & portant siphon de verre recourbé: en plongeant alors cette cloche dans la cuve à l'eau, & ouvrant aussi-tôt le robinet, j'ai forcé l'air qu'elle contenoit à passer dans le récipient rempli de mercure, sous lequel j'avois engagé le bout du siphon, & qui, ayant son orifice plongé dans une cuvette mobile, étoit soutenu à la hauteur qu'exigeoit l'abaissement de la cloche dans l'eau (1).

Cela fait, j'ai pareillement introduit sous ce récipient B une capsule de verre contenant 347,5 grains du même acide sulfurique, & l'ayant placé à côté du récipient A de la précédente expérience, j'ai trouvé, au bout de 24 heures, que l'augmentation du poids de l'acide n'étoit que de 0,6 grains.

Remarques. Il ne me paroît pas que l'on puisse contester raisonnablement que l'air des deux récipiens ne fût exactement dans la même condition par rapport à la saturation; il n'y a dès-lors d'autre différence dans les deux expériences que celle qu'y apporte l'eau qui reste adhérente aux parois intérieures du récipient A; c'est donc uniquement à cette portion qui ne doit pas être confondue avec l'eau véritablement dissoute par l'air, qu'il faut attribuer la différence des résultats & l'évaluation excessive à laquelle M. Kirwan a été conduit. On conçoit en effet que, quoique l'acide ne puisse agir directement sur l'eau qui mouille les parois du récipient, il ne tarde pas néanmoins à se l'approprier en totalité, parce qu'à mesure qu'il dépouille l'air de la portion d'eau dissoute, celui-ci en reprend d'autant plus avidement des corps qu'il touche, qu'il est lui-même plus desséché. Aussi ai-je observé que l'intérieur du récipient A étoit après l'opération aussi sec que celui dont les parois n'avoient pas été mouillées. Pour en acquérir une preuve moins équivoque, j'imaginai de rétablir sous ces mêmes récipiens les capsules tenant l'acide, immédiatement après les avoir pesées; le lendemain l'augmentation ne fut pas plus sensible dans l'une que dans l'autre. Enfin, pour qu'il ne restât aucun doute sur la quantité d'eau que les parois du récipient avoient pu retenir dans l'expérience de M. Kirwan, j'ai pris le poids exact d'un semblable récipient sec, je l'ai repesé après avoir passé de l'eau dans l'intérieur, & j'ai trouvé que lors même que je le laissois égoutter sur du papier gris, qui imbiboit toute l'eau qui pouvoit s'en détacher par son poids, il en retenoit encore plus de cinq grains: de sorte qu'il ne seroit pas étonnant que M. Kirwan eût porté son évaluation plus haut. Je n'ai pas besoin de dire que la qualité du verre peut elle-même faire varier cette quantité.

Tenons donc désormais pour constant que le rapport de dissolubilité de l'eau par l'air indiqué par M. de Saussure est celui qui approche le plus du vrai, & que l'on doit le regarder, suivant ses expressions, comme étant encore plutôt au dessus qu'au dessous de la réalité à l'air libre (2).

11.] La nécessité d'atteindre le dernier degré de précision pour les doses se faisant tous les jours de plus en plus sentir, & sur-tout dans les expériences sur les gas, je crois faire plaisir à ceux qui s'en

(1) On exécute encore plus facilement cette manipulation, au moyen de ces globes surmontés de très-grands entonnoirs prolongés jusqu'à la partie inférieure du globe, connus sous le nom de *lampes à air inflammable* (*Voyez fig.* 3 *des appareils pour les gas.*) Il suffit pour cela d'enlever l'ajutage ordinaire, & d'y substituer un siphon de verre recourbé, qui puisse s'engager sous la cloche remplie de mercure.

(2) D'après la notice qui vient de m'être communiquée de la belle expérience faite publiquement au Collège royal, par M. Lefèvre de Gineau, sur la composition de l'eau par la combustion des deux gas, je crois pouvoir ajouter aux preuves de cette conclusion, une observation de ce célèbre Physicien. Voulant déterminer la quantité d'eau que les gas avoient pu prendre & emporter à chaque succion, il fit neuf fois le vuide dans le même ballon où il avoit introduit auparavant une livre d'eau, & reconnut que son poids avoit diminué par là de 54 grains. Or, la capacité de ce vaisseau étant de 935 pouces cubes, dont la livre d'eau occupoit environ 24, il suit que les 8199 pouces cubes d'air qui l'ont successivement rempli, n'ont pris que 54 grains d'eau pour achever de s'en saturer; ce qui revient à 11,5 par pied cube. J'ignore à quelle température de chaleur & d'humidité étoit l'air rendu à chaque fois dans le ballon, mais il eût été contre l'objet de l'expérience, d'y porter de l'air humide.

occupent de les mettre en possession des moyens connus pour estimer la quantité d'eau que recèlent ces fluides à différens degrés de température & de pression. Je me servirai encore pour cela du travail du célèbre Physicien de Genève, qu'il ne donne que comme un exemple de ce qui peut être exécuté pour perfectionner l'Hygrométrie, mais qui est incontestablement ce qui a été publié jusqu'à ce jour de plus satisfaisant (§. *173 & suiv.*).

Dans la table qui suit, les quantités sont calculées de cinq en cinq degrés de variation du thermomètre de Réaumur, depuis 10 degrés au dessous du terme de la congellation, jusqu'à 30 degrés au dessus; & pareillement de cinq en cinq degrés de variation de l'hygromètre, dans la latitude de 40 à 98 degrés; ce qui doit s'entendre de l'hygromètre à cheveu qui me paroît encore le plus réglé & le plus comparable des instrumens de ce genre. Il faut observer qu'il ne s'élève à 100 degrés ou à l'humidité extrême que dans les brouillards, ou lorsqu'il y a dans l'air une portion d'eau surabondante à celle qu'il peut dissoudre.

TABLE des quantités d'eau (en grains) contenues dans un pied cube d'air à différens degrés de l'hygromètre & du thermomètre.

Degrés de l'Hygromètre \ Degrés du Thermomètre	− 10	− 5	0	+ 5	+ 10	+ 15	+ 20	+ 25	+ 30
40	1,8971	1,1067	1,3653	1,6843	2,0779	2,5634	3,1625	3,9016	4,8134
45	1,0676	1,3171	1,6248	2,0045	2,4729	2,9952	3,6952	4,5588	5,6242
50	1,2197	1,5047	1,8563	2,2900	2,8251	3,4852	4,2997	5,3045	6,5441
55	1,4116	1,7414	2,1483	2,6503	3,2696	4,0335	4,9761	6,1390	7,5737
60	1,6411	2,0246	2,4976	3,0590	3,7737	4,6554	5,7434	7,0856	8,7415
65	1,9204	2,3691	2,9226	3,6055	4,4480	5,4873	6,7697	8,3518	10,3036
70	2,2277	2,7482	3,3903	4,1824	5,1596	6,3651	7,8526	9,68[illegible]8	11,9518
75	2,5215	3,1107	3,8375	4,7342	5,8404	7,2050	8,8888	10,9661	13,5289
80	2,8155	3,4734	4,2850	5,2862	6,5213	8,0450	9,9251	12,2446	15,1062
85	3,1095	3,8361	4,7324	5,8381	7,2022	8,8850	10,9614	13,5231	16,6834
90	3,4035	4,1987	5,1797	6,3900	7,8831	9,7250	11,9977	14,8016	18,2607
95	3,6946	4,5578	5,6227	6,9420	8,5640	10,5650	13,0340	16,0800	19,8379
98	3,8739	4,7790	5,8956	7,2731	8,9725	11,0690	13,6558	16,8472	20,7844

L'Auteur de cette table dressée d'après des expériences faites à 27 pouces de pression, a reconnu que les changemens produits par la différence de densité de l'air étoient tels *que si l'air étoit raréfié au point de ne soutenir que 2 ½ lignes de mercure, il ne faudroit, pour le saturer, que la vingtième partie de ce qu'il faut quand il soutient le baromètre à 27 pouces.* Il seroit donc nécessaire, pour tirer de ces tables tout l'avantage qu'on peut desirer, d'en avoir de semblables pour tous les degrés de densité sensiblement différens; or, cela ne peut se faire qu'en répétant les expériences qui leur servent de bases, par exemple de pouce en pouce d'élévation du mercure dans le baromètre; & en attendant que ce travail immense ait été entrepris, je donnerai la méthode indiquée par M. de Saussure pour y suppléer.

TABLE des diminutions de la force dissolvante de l'air, à mesure qu'il se raréfie.

HAUTEURS du BAROMÈTRE (pouces)	(lignes)	EXPOSANS des DIMINUTIONS
27		1,0000
23	7 $\frac{1}{2}$	0,9528
20	3	0,8899
16	10 $\frac{1}{2}$	9,8264
13	6	0,7629
10	1 $\frac{1}{2}$	0,6887
6	9	0,6230
3	4 $\frac{1}{2}$	0,4311
0	2 $\frac{1}{2}$	0,0485

« On voit dans cette table (dit M. de Saussure) » les exposans des diminutions de trois en trois » pouces (ou plus exactement de $3\frac{1}{8}$ en $3\frac{1}{8}$) de- » puis 27 pouces jusqu'à 2 lig. $\frac{1}{2}$; c'est-à-dire, que si » la quantité de vapeurs contenues dans l'air à un » degré quelconque du thermomètre & du baromè- » tre est représentée par l'unité, lorsque le baro- » mètre est à 27 pouces, il faudra diminuer cette » quantité dans le rapport de 0,9528 à 21, lors- » que le baromètre sera à 23 pouces $\frac{1}{2}$, ou, ce » qui est la même chose, il faudra multiplier par » 0,9528 le nombre quelconque qui exprimera cette » quantité. De même quand le baromètre sera à 20 p. » 9 lignes, la quantité de vapeurs que l'air tiendra » en dissolution ne sera plus, toutes choses d'ailleurs » égales, que les 0,9528 de ce qu'elle étoit quand » le baromètre se soutenoit à 27 pouces, & ainsi » des autres. »

III. Il ne nous reste plus qu'à examiner s'il y a une portion d'eau essentiellement unie à l'air, du moins dans son état élastique; & comment on doit entendre ce qui a été dit précédemment de la quantité nécessaire à sa saturation.

C'est en mesurant la quantité d'eau que l'air prend pour arriver à l'humidité extrême, ou qu'il perd quand il revient à l'extrême sécheresse, que nous avons déterminé celle qu'il exige pour sa saturation, & il ne peut y avoir de doute par rapport à la première limite, puisque tout ce qui est au-delà de ce point reste non dissous; mais il n'en est pas de même de la dernière, & l'on est fondé à demander si le dessèchement qu'elle annonce doit être regardé comme absolu. Le Physicien tant de fois cité dans ce paragraphe ne s'est pas mépris sur la réponse que l'on peut faire à cette question. « Les sels absorbans (dit- » il) ne peuvent jamais dépouiller l'air de toute son » humidité, parce que, quelque soit l'affinité de ces » sels avec l'eau, lorsqu'ils ont dépouillé à un cer- » tain point les autres corps de celle qu'ils contien- » nent, la force attractive des sels diminue & celle » des corps dépouillés augmente dans le même rap- » port; d'où il résulte un équilibre en vertu duquel » les corps les moins absorbans retiennent toujours » quelque portion de leur humidité. » (§. 47.)

Cette observation est très-juste: il n'est pas étonnant qu'elle ait conduit M. de Saussure à établir *une différence entre l'affinité hygrométrique & l'affinité chymique*, puisqu'il est très-vrai que jusques dans ces derniers temps les Chymistes n'avoient point fait état de cette décroissance très-réelle de la force attractive d'un même corps par un même corps, & qu'ils l'avoient toujours considérée comme une puissance dont le degré & l'efficacité n'éprouvoient aucun changement, jusqu'à un terme fixe qu'ils appelloient saturation; mais nous avons fait voir à l'article AFFINITÉ (§. *III. sect. I. n. V. & sect. 2, 3e. loi*) que ce phénomène se présentoit dans un grand nombre de combinaisons; que le point de saturation dépendoit nécessairement de l'équilibre des forces de dissolution & d'aggrégation; & qu'il importoit surtout de distinguer l'affinité de composition, de l'affinité de sur-composition.

L'expression de *sècheresse extrême* de l'air ne doit donc pas être prise dans un sens absolu, & la quantité nécessaire à sa saturation (la température étant de 15 degrés) n'est pas seulement de 11 grains, mais de ces 11 grains, plus la portion qui y reste encore quand nous le disons sec, parce que les substances hygrométriques ne sont pas en état de la lui enlever. A la vérité, cette portion devient infiniment petite, & peut même être négligée en quelques circonstances *sans erreur sensible*, comme le dit M. de Saussure, lorsqu'à son exemple on fait usage de sels très-absorbans de leur nature, fortement desséchés, qu'on les emploie à grande dose, & qu'on a l'attention de les renouveller lorsque l'eau dont ils se sont chargés a commencé à diminuer leur force. On ne peut disconvenir qu'il a pris un des plus sûrs moyens d'atteindre ce but en préparant la potasse par la détonnation du nitre, la faisant calciner long-temps & l'étendant sur une tôle chauffée qui couvroit la moitié de la surface intérieure du récipient. J'ai lieu de croire cependant que les crystaux d'acide sulfurique glacial que j'ai obtenus de la distillation du sulfate de fer (*Voyez ci-devant pages 392 & 394.*) exerceroient encore une action plus puissante & retrouveroient de l'eau dans l'air, même après que les alkalis caustiques, & à plus forte raison la chaux, y auroient séjourné sans y acquérir une nouvelle augmentation de poids; puisque cet acide s'en empare avec une telle avidité que la chaleur qui se dégage instantanément, à cause de sa combinaison, en convertit une

partie

partie en une vapeur épaisse (1). Au surplus, je n'indique cette expérience à tenter que pour avoir une donnée de plus sur la possibilité de porter encore plus loin le dessèchement ; car les difficultés qu'elle présente ne permettent pas de la faire servir à la graduation des hygromètres, indépendamment de l'altération qu'ils éprouveroient nécessairement du contact des vapeurs acides (2).

De ce que l'air retient toujours une portion d'eau, *il ne s'ensuit pas qu'elle soit une de ses parties constituantes essentielles*, quand nous le considérons hors de l'état habituel de l'athmosphère ; car, indépendamment de ce que nous ne pouvons avoir aucune certitude qu'il n'en existe pas de parfaitement privé d'eau, quand ce ne seroit qu'instantanément & par un concours fortuit de circonstances capables de produire cette analyse spontanée, il suffit qu'il y ait possibilité de faire entrer l'air lui-même ou ses autres principes dans des combinaisons où l'eau ne l'accompagne plus, pour juger que l'eau n'est ici qu'une partie sur-composante, puisqu'autrement elle ne pourroit être séparée de l'air sans qu'il cessât d'être air ; or nous verrons bientôt cette possibilité démontrée par les faits. Les expériences aujourd'hui très-multipliées qui établissent ce point de doctrine étoient peu connues, lorsque le célèbre de Saussure proposoit de distinguer la portion d'eau qui reste unie à l'air, de *celle qui constitue vraisemblablement un de ses élémens* (*Hygrom.* §. *31.*) ; cette conjecture qui n'a jamais eu d'autre fondement que l'extension arbitraire des analogies n'arrêtera plus sans doute le Physicien qui saura que l'eau elle-même est plus composée que l'air, & se résout en ses élémens.

Pour résumer ce qui vient d'être traité dans ce paragraphe, je crois avoir prouvé que l'eau est véritablement dissoute par l'air tant qu'elle ne trouble pas sa transparence ; qu'il y a une affinité quelconque de l'air avec l'eau, même avant qu'elle soit réduite en vapeurs ; que la condition de température n'influe dans cette union que comme dans toute autre dissolution ; qu'il existe un point de saturation au-delà duquel le composé d'air & d'eau n'agit plus sur l'eau, même en état de vapeurs ; qu'il n'y a pas de raison de considérer les vapeurs qui se rendent alors visibles comme des vessies vuides, mais qu'elles sont plutôt des sphères pleines d'un composé homogène de calorique & d'eau, ce qui n'empêche pas de les concevoir plus légères que l'air ; que la portion d'eau que l'air prend ou dépose dans les limites de l'humidité extrême au plus grand dessèchement connu, est d'environ 11 grains par pied cube ; que la cause la plus probable de la précipitation de l'eau, ou de la séparation qui se fait d'une portion de ce fluide, dans des mélanges d'air à divers degrés de tempé-

(1) J'ai trouvé depuis que le célèbre Schéele avoit porté le même jugement sur la nature de cet acide concret. *Journ. physique, tome. XIX, page 332.*

(2) Toute substance qui est capable de prendre une portion d'eau à l'air qui en est saturé, peut être appellée hygrométrique, & subit certainement la loi de la décroissance de force attractive ; mais il s'en faut beaucoup que cette progression soit uniforme pour toutes ; & cette irrégularité, jointe aux autres causes perturbatrices qui naissent de la différente condition de température qui convient à leur *maximum* d'affinité, de la plus ou moins grande facilité avec laquelle elles commencent à se désorganiser au delà de l'humidité extrême de l'air, me fait penser que l'on ne parviendra jamais à mettre d'accord des hygromètres formés de diverses substances. J'ai tenu pendant plusieurs mois dans le même appartement, à l'abri du soleil, du vent & de toute autre impression qui auroit pu être partielle ou inégale, 1°. l'hygromètre à plume remplie de mercure ; 2°. l'hygromètre à cheveu ; 3°. deux onces d'acide sulfurique à 1,845 de densité, dans un vase un peu profond & couvert négligemment de papier bleu ; 4°. enfin un hygromètre formé de 600 grains de carbonate de soude crystallysé, placés dans le bassin d'une balance, de la manière décrite par M. Inokodzow (*Mém. de Pétersbourg, ann. 1778, part. 2, page 173*). Mon intention n'est pas de donner ici un Journal d'observations, mais de présenter seulement quelques résultats généraux. On conçoit facilement que, dans les premiers temps, l'acide a continué d'acquérir & la soude continué de perdre, quoique les deux autres hygromètres annonçassent un état de l'air qui devoit influer en sens contraire sur ces progrès ; cependant j'eus déjà occasion de remarquer que la décroissance ne correspondoit pas à ces variations, de sorte que souvent l'acide acquéroit moins dans le jour plus humide, & les crystaux de soude perdoient moins dans le jour plus sec. Ce ne fut que quand l'acide eut pris environ 400 grains d'eau, que ses absorptions commencèrent à marquer quelque correspondance avec l'état plus ou moins humide de l'air ambiant. Le carbonate de soude, qui n'avoit perdu que 11 grains le premier jour, en perdit 30 un jour de Juillet, où le temps fut continuellement à la pluie. Une autre circonstance encore plus remarquable, c'est que ce sel ayant atteint, le 2 Août, sa plus grande diminution de pesanteur, & se trouvant réduit à 274 grains, ou environ 0,45 de son poids, l'aiguille de la balance qui le portoit demeura stationnaire jusqu'au 20 Septembre, quoique dans cet intervalle l'hygromètre à cheveu ait varié fréquemment & quelquefois de 74 à 83 degrés. Dans les six semaines qui suivirent, ce sel regagna 152 grains, & ce dans des progressions si peu concordantes avec les autres hygromètres placés à peu de distance, que l'on eût été tenté de croire qu'il agissoit sur eux comme s'ils eussent été renfermés tous ensemble dans un volume d'air déterminé, ou qu'il rendoit cet air d'autant plus sec, qu'il acquéroit lui-même plus d'humidité. Au mois de Février suivant, il lui manquoit encore de son poids primitif 51,6 grains, l'hygromètre de M. de Saussure, placé à côté, marquant 96 degrés. Enfin, j'ai été obligé de renoncer à mettre quelqu'accord entre la marche de l'hygromètre à plume & celle de l'hygromètre à cheveu, le même degré de l'un coincidant successivement à des points différens de l'échelle de l'autre.

Il n'est donc pas moins intéressant pour la Physique en général, que pour la Météorologie, que l'on s'accorde à adopter un seul hygromètre, si l'on veut déterminer les conditions des expériences, & tirer quelqu'avantage de la comparaison des observations. Le beau travail de M. de Saussure sur ce sujet, l'art avec lequel il est parvenu à approprier à cet instrument l'une des matières les plus délicates, & pourtant des plus résistantes à la macération, de tous les corps organisés, & les moyens simples qu'il a indiqués d'en régler les mouvemens, d'en corriger les moindres aberrations, de lui restituer sa première sensibilité, me semblent bien capables de décider le choix.

rature, eſt que le pouvoir diſſolvant de l'air décroît en plus grande raiſon que ſa chaleur ; enfin que ſi l'air tient habituellement un peu d'eau, elle n'eſt pas une de ſes parties compoſantes en tant qu'air, & qu'il pourroit en être privé ſans perdre ſes propriétés eſſentielles.

La Chymie a été ſi long-temps bornée aux opérations du creuſet & de l'alambic, elle ſe tenoit ſi fort à l'écart de toute ſpéculation phyſique, que je ne ſerois pas étonné qu'il y eût encore quelques Chymiſtes diſpoſés à conſidérer la plupart de ces queſtions comme étrangères à leur ſcience ; ils ſeront bientôt détrompés s'ils veulent nous ſuivre dans les applications que nous aurons ſouvent occaſion de faire des principes que nous avons recueillis de leur examen ; pour ceux qui ont entamé la matière de l'analyſe rigoureuſe, ces diſcuſſions n'ont plus beſoin d'apologie.

§. IV. *Suite des expériences analytiques ſur l'air commun.*

Maintenant que nous avons dépouillé l'air de toute l'eau qu'il tient en diſſolution, ou, ce qui eſt la même choſe, que nous avons indiqué les moyens d'en déterminer la quantité & de tenir compte de la portion qu'il recèle toujours dans l'état élaſtique, nous devons attaquer ce fluide lui-même pour le réſoudre en ſes parties compoſantes. Les *corps combuſtibles* ſeront ici nos inſtrumens, car la *combuſtion* n'eſt proprement qu'une décompoſition de l'air par des ſubſtances qui s'approprient un de ſes principes en vertu d'une affinité ſupérieure, avec la condition toujours ſuppoſée de température. Mais n'anticipons point ſur ce qui ne doit venir qu'en ordre de conſéquences des faits : ce peu de mots ſuffit pour annoncer que nous avons à traiter ici les queſtions les plus ardues de la Chymie ſublime, où il y a encore grande diverſité de témoignages ſur les expériences, contrariété d'opinions ſur la nature & l'exiſtence des principaux agens, combat d'hypothèſes ſur les cauſes, & où notre tâche eſt tout à la fois d'expliquer & de prouver.

Expérience VI.

On fait fondre de l'étain pur en petits cylindres ; on en pèſe très-ſcrupuleuſement une certaine quantité, comme de huit onces ; on l'introduit dans une très-grande cornue de verre blanc ; on fait tirer en pointe le bec de la cornue, ſans cependant la fermer tout-à-fait, mais de manière qu'elle puiſſe être fermée facilement au premier coup de chalumeau, & on en prend le poids en cet état.

La cornue ainſi préparée eſt préſentée à un feu de charbon, en la tenant d'une main par le col, à une diſtance convenable du feu, & en ayant ſoin de chauffer lentement & par degrés, juſqu'à ce que l'étain commence à entrer en fuſion. Alors, ſans retirer la cornue du feu, on ſcelle hermétiquement l'ouverture capillaire que l'on a laiſſée au col de la cornue, & on l'éloigne inſenſiblement du feu pour la refroidir ſans accident.

Lorſque la cornue eſt revenue à la température de l'athmoſphère, on la repèſe de nouveau. Si l'opération a été bien faite, on trouve une diminution de poids, qui doit être d'environ le tiers du poids de l'air que contenoit la cornue à la température ordinaire, & qui en avoit été chaſſé par la chaleur au moment où elle a été ſcellée : cette précaution de faire ſortir une portion d'air eſt indiſpenſable pour prévenir la fracture du vaiſſeau & même les exploſions que la raréfaction de l'air par la chaleur ne manqueroit pas d'occaſionner dans la ſuite de l'expérience.

Tout étant ainſi diſpoſé, on place la cornue ſur un feu de charbon, l'étain ne tarde pas à ſe fondre, il ſe forme à ſa ſurface une pellicule qui ſe ride & ſe change bientôt en une poudre noire qui gagne la partie inférieure & même ſe dépoſe ſous le métal ; on donne de temps en temps un petit mouvement à la cornue pour favoriſer le contact de l'air, ſoit avec la poudre, ſoit avec le métal. En moins de trois heures, la calcination eſt achevée au point que la ſurface de l'étain demeure tranquille & à peine ternie : on laiſſe refroidir.

Si le vaiſſeau qu'on a employé eſt d'une certaine capacité, par exemple, de 250 pouces cubiques, & qu'avant de le ſceller, on en ait fait ſortir une quantité correſpondante à 34,87 grains (c'eſt-à-dire, 75,8 à raiſon de 0,46 grains le pouce cube), on obſerve : 1°. que la cornue refroidie & non encore ouverte ſe retrouve du même poids qu'auparavant, & qu'il n'y a d'autre différence que celle qui peut venir de quelqu'accident, & qui eſt d'ailleurs ſi foible qu'elle ne mérite aucune attention.

2°. Que lorſqu'on caſſe la pointe fine qui termine le bec de la cornue, l'air y rentre avec un ſifflement qui dure quelques ſecondes.

3°. Que la cornue repeſée, après avoir été ainſi ouverte, & le métal y étant encore, a acquis une augmentation de poids d'environ 10 grains.

4°. Que cet accroiſſement de poids appartient uniquement au métal, puiſque les fragmens de la cornue raſſemblés avec ſoin, après l'avoir caſſée pour en tirer le métal, repréſentent très-exactement ſon poids primitif.

Enfin, qu'au lieu de 8 onces ou 4608 grains d'étain, on trouve en effet d'une part 2480 grains de métal non calciné, & d'autre part 1728 grains de ce qu'on a appellé chaux métallique, & que nous nommons oxide d'étain, y compris quelques globules qu'il eſt difficile d'en ſéparer ; ce qui fait en totalité 4708 grains.

Remarques. C'eſt par cette belle expérience (1)

(1) Le Journal Phyſique de Décembre 1774, l'a fait connoître par un extrait du Mémoire de M. Lavoiſier, lu à la ſéance publique de St. Martin. Ce Mémoire a été depuis imprimé dans le Recueil de l'Académie, pour 1774.

que M. Lavoisier a fixé enfin les opinions sur la cause de l'augmentation de poids des métaux calcinés. Les hypothèses proposées pour l'explication de ce phénomène présentoient tant de difficultés, qu'un grand nombre de Physiciens préféroit encore de laisser le fait en question; je crois avoir contribué à en établir la réalité par les expériences nombreuses que je publiai en 1772 (*Digressions académiques, &c.*), expériences qui, par la conformité des résultats obtenus des divers procédés de calcination & par les proportions déterminées de cet accroissement de poids suivant la nature de chaque métal, ne permettoient plus de l'attribuer à quelqu'accident. Mais quoique Hauxbée eût bien constaté que l'air qui avoit passé sur du cuivre tenu rouge au feu, éteignoit la bougie, quoique l'on eût observé encore plus anciennement que le silex frappé par l'acier dans le vuide ne donnoit plus d'étincelle; quoique M. Cigna eût annoncé dès 1761 dans les Mémoires de Turin (*tom. 2, p. 176*), d'après une expérience du P. Beccaria, que la portion de chaux métallique qui se formoit dans des vaisseaux fermés hermétiquement croissoit en proportion de leur capacité, on étoit loin encore de pouvoir se rendre un compte exact de ce qui se passoit dans cette opération : l'explication très-juste de J. Rey n'avoit pas fait assez d'impression pour échapper à l'oubli qu'un intervalle de 140 ans avoit rendu absolu; & personne n'avoit imaginé que la même expérience qui avoit conduit l'illustre Boyle à attribuer cette augmentation de poids aux particules ignées qui se fixoient dans les métaux, pût servir à établir solidement des conséquences tout-à-fait différentes.

Depuis cette époque, j'ai tenu pour démontré que c'étoit réellement de l'air athmosphérique qui se fixoit dans les métaux pendant la calcination, & comme le disoit déjà M. Lavoisier dans le Mémoire cité, qu'il n'y avoit qu'une portion de cet air susceptible d'une pareille combinaison, tandis que le surplus s'y refusoit constamment; tellement que les progrès de la calcination cessoient absolument, quand une fois cette portion étoit consumée.

Comme les preuves d'une vérité aussi importante ne sauroient être rendues trop familières, il ne sera pas inutile d'indiquer ici le procédé que l'on suit pour cet objet dans les Cours de l'Académie de Dijon, dans lequel il n'y a point d'explosion à craindre, & qui est moins borné pour l'observation des résultats.

Expérience VII.

On prend une cornue d'une capacité moyenne, comme de 25 à 30 pouces cubiques, de bon verre & sans défaut (le verre un peu verd est moins sujet à casser). Après l'avoir exactement pesée, on y introduit 4 onces d'étain coupé en morceaux. On place cette cornue sur un fourneau & encore mieux sur un réchaud, au dessous duquel est une lampe à mèche circulaire de 15 lignes de diamètre suivant les principes de M. Argant; au bec de cette cornue on ajuste un tube de verre de 18 à 20 pouces de longueur, dont l'extrémité courbée est reçue dans un robinet adapté à la tubulure d'un très-grand récipient, que l'on a placé d'avance sur la table d'une cuve hydropneumatique. (*Voyez fig. 33 des appareils pour les gas.*)

Les jointures étant bien lutées, & le récipient plein d'eau (ce qui se fait de la manière la plus commode, en l'enfonçant dans la cuve le robinet ouvert), avant que de l'adapter au bec de la cornue, on éprouve les luts, en tenant quelque temps le robinet ouvert : l'eau du récipient baisse d'abord un peu par la dilatation de l'air de la cornue & du tuyau de communication, qui n'est plus comprimé que par le poids de l'athmosphère moins le poids de la colonne d'eau au dessus de son niveau, ainsi qu'il a été dit ci-devant §. 2. Mais après ce premier effet, il n'y a plus aucun abaissement, si les jointures ne laissent aucun passage à l'air. Quand on s'en est assuré, on allume la lampe, en observant de donner d'abord peu de mèche & même de tenir la lampe éloignée de la cornue pour ne l'approcher qu'insensiblement. On a soin d'ouvrir le robinet au moment même qu'on applique la première chaleur, on risqueroit sans cela de voir éclater la cornue, ou tout au moins de forcer les luts des jointures. On s'apperçoit bientôt de l'effet de la dilatation qui fait baisser l'eau dans le récipient, mais il diminue dès que le métal est entré en fusion, ce qui n'exige pas plus de 20 à 25 minutes au feu de lampe; elle remonte ensuite, & quand les vaisseaux sont refroidis, elle s'élève jusques dans le tube qui communique à la cornue; ce qui donne la facilité de déterminer avec précision la quantité d'air absorbé, en supposant les capacités de la cornue & du tuyau de communication bien connues, & faisant toujours la réduction du volume apparent au volume réel.

Si, au lieu d'eau commune, on a rempli le récipient d'eau de chaux, l'absorption n'est ni plus ni moins considérable, & on ne la voit pas changer de couleur ni se troubler en aucune manière, si ce n'est que le métal contint quelques parties charbonneuses.

On conçoit que si la cornue avoit plus de capacité, l'eau y remonteroit nécessairement, & la feroit éclater, ou du moins empêcheroit que l'on ne pût comparer le poids du métal avant & après la calcination. Nous verrons ailleurs que cet appareil donne la faculté de porter bien plus loin la calcination que de toute autre manière, en introduisant dans le récipient, autant de fois qu'on le juge à propos, des quantités déterminées d'air semblable à la portion qui a été consumée (1).

(1) Cet appareil pourroit également servir à mesurer les degrés de chaleur que les différens métaux exigent pour leur fusion, puisque le récipient portant une échelle graduée, deviendroit un véritable thermomètre à air, & par conséquent un très-bon pyromètre.

On emploie l'étain dans cette expérience, parce que c'est un des métaux qui exige le moins de chaleur pour sa fusion, & qu'il faudroit pour les autres substituer à la cornue de verre des vaisseaux dont la matière ou plus perméable à l'air, ou susceptible elle-même de calcination, jetteroit de l'incertitude sur les résultats qui en sont le principal objet. Mais on ne doute plus aujourd'hui qu'en général toutes les substances métalliques ne soient dans le même cas. M Priestley a calciné non-seulement l'étain, mais aussi le plomb & même le fer dans des vaisseaux fermés, par le moyen d'une forte lentille; il a vu l'air commun diminué quelquefois d'un quart; quand il a employé le résidu de cet air dans une nouvelle calcination, il n'a souffert aucune diminution, le métal n'a plus été altéré (*Expér. &c. part. I. sect. 8*, & *Continuat. t. 3*, *sect. 3*), & le célèbre Van Marum a fait voir que la décharge électrique de la machine Teylerienne étoit impuissante pour calciner les métaux dans un air qui avoit précédemment servi à la combustion (*Continuation d'expér. &c. p. 126.*). Enfin les observations recueillies dans les atteliers des arts & même dans les travaux métallurgiques, ont mis le sceau à cette vérité que les métaux ne peuvent passer à l'état d'oxide ou de chaux, qu'ils n'acquièrent en même temps un excès de pesanteur sensible.

Je ne parle pas ici de la rouille que plusieurs métaux contractent spontanément à l'air, & qui est bien un phénomène du même genre, mais dont la cause médiate tient à des circonstances dont il seroit prématuré de s'occuper. On sait encore que la trituration ou une agitation forte & répétée supplée en quelque sorte la condition de l'élévation de température. M. Luzuriaga ayant agité 4 onces de grenaille de plomb mouillées, dans un flacon de cryttal de la capacité d'une pinte de Paris, trouva, au bout de 24 heures, en le débouchant sous l'eau, qu'il s'y étoit formé un vuide d'un peu plus du cinquième, & que le poids de la poudre blanche ou oxide de plomb qui s'étoit formé, surpassoit la perte que le plomb avoit éprouvée par les frottemens (*Journ. phys. tom. XXV. pag. 256.*). Cet Observateur prévenu que dans toute calcination métallique il devoit se former de l'acide carbonique ou air fixe, fut étonné de n'en pas découvrir dans le gas résidu, il imagina l'avoir retrouvé en distillant l'oxide de plomb à l'appareil pneumatique où il recueillit ce qu'il appelle de l'acide aérien: mais de cela même on peut conclure qu'il n'a procédé à cette distillation qu'après avoir laissé quelque temps sa chaux de plomb exposée à l'air, où il est très-vrai qu'elle se charge d'une portion sensible de ce gas. Le célèbre Gren a su se mettre en garde contre cette cause d'erreur, aussi ne craint-il pas d'affirmer qu'ayant distillé plusieurs fois *la chaux de plomb récente* avec tous les moyens possibles de découvrir l'air fixe qu'elle pouvoit contenir, il n'en a jamais apperçu la moindre trace (*Crell, Annal. Beytr. 1787. B. 2. St. 4. s. 430*). Cette distinction des chaux anciennes & nouvellement préparées n'avoit pas échappé à l'illustre Bergman (*Opusc. Dissert. I. §. 21.*); Schéele son digne Emule avoit également vu que le précipité de mercure par la potasse fournissoit *un peu* d'acide aérien, mais que le produit de la distillation pneumatique du précipité rouge, ou oxide mercuriel par l'acide nitrique, étoit *sans mélange* de ce gas acide (*Traité du feu*, §. 40). M. Fontana annonça un des premiers, dans ses Recherches sur l'air déphlogistiqué, que l'expérience lui avoit démontré que les oxides de mercure, soit par le feu, soit par l'acide nitrique, lorsqu'ils étoient purs, ne contenoient pas *la moindre quantité de véritable air fixe*. Enfin le Dr. Priestley a répété dans son dernier volume ce témoignage décisif, que *lorsqu'on décomposoit le précipité rouge tout seul, il n'y avoit de produit que du mercure & de l'air déphlogistiqué* (*sect. XIV.*); il a assuré dans le même volume (*sect. III.*) avoir réduit l'oxide de fer dans le gas hydrogène, sans qu'il y eût dans le gas restant *aucun mélange d'air fixe*: c'en est assez pour fixer les opinions. Si d'autres fois il a eu de l'air fixe, comme quand il a réduit le précipité rouge par le fer, ou quand il a traité à la distillation la poudre noire formée par l'agitation du plomb avec le mercure, il est assez évident qu'il ne pouvoit venir que de quelque mélange; aussi n'en a-t-il jamais eu, surtout dans le dernier cas, qu'en petite quantité, & même *très-variable*, sans avoir pu découvrir (ainsi qu'il l'avoue) à quoi tenoit que ce produit fût en quantités aussi inégales dans des expériences semblables (*sect. XIV.*).

Dans le temps où on n'opéroit encore sur les gas qu'en tâtonnant, où l'on ne s'étoit point encore imposé la loi de déterminer les quantités, où l'on étoit par conséquent exposé à confondre les produits des masses employées avec les produits des parcelles hétérogènes qu'elles receloient, il n'est pas étonnant que les Chymistes les plus exacts aient pu se laisser surprendre à ces apparences, & qu'on ait dit & répété d'après eux que l'air devenoit *air fixe* pendant la calcination des métaux, parce que quelques métaux calcinés avoient donné un peu d'*air fixe*; & on le conçoit d'autant plus facilement, que l'on connoît mieux combien on a de peine à se procurer des matières parfaitement pures, combien il existe de mélanges qu'on n'avoit pas soupçonnés; c'est ainsi que M. Hermstadt a cru que le zinc traité avec la mine noire de manganèse convertissoit en air fixe une portion de l'air qui mettoit ce dernier à l'état d'oxide; mais il nous fournit dans le même Traité l'explication de ce fait particulier, en nous apprenant que l'air qu'il a tiré du même minéral troubloit l'eau de chaux sur laquelle on le mêloit avec le gas nitreux (*Physikalisch-Chemische versuche, &c. B. 1, s. 277 & 286.*), car les Chymistes savent bien que cela n'arrive pas ordinairement, que cela ne doit pas arriver; je puis l'assurer d'après mes propres expériences plusieurs fois répétées en essayant sur l'eau de chaux avec le gas nitreux l'air tiré d'un bon oxide de manganèse; il est donc assez évident que celui qu'a employé M. Hermstadt contenoit accidentelle-

ment ce qu'il a pris pour le produit de l'opération.

D'après cela je regarde comme suffisamment établi que la calcination des métaux ne produit pas essentiellement du gas acide carbonique, qu'elle n'en produit que lorsqu'il s'y rencontre des matières étrangères à leur substance, & seulement en proportion de la quantité mélangée. On ne sera plus tenté d'en douter, si l'on veut bien faire attention qu'une seule expérience faite avec soin sur des matieres épurées ou du moins choisies, dans laquelle il n'y a qu'un résultat uniforme, dans laquelle les poids acquis & perdus respectivement se correspondent avec toute la précision qu'on peut espérer, prouve bien plus qu'un grand nombre d'observations qui n'annoncent qu'un effet partiel ou indéterminé, lequel peut s'expliquer par une infinité d'accidens.

Quand nous aurons mis le Lecteur dans le cas de saisir les vrais caractères de la combustion, il nous sera facile de prouver que la calcination, ou, pour parler plus exactement, que l'oxidation des métaux n'est autre chose qu'une combustion qui exige un degré de température très-élevé, qui n'entretient point par elle-même cette température, du moins dans l'air commun; qui donne flamme cependant avec le zinc, & même avec la plupart des métaux quand ils sont uniquement environnés de cette portion de l'air commun qui sert à l'oxidation. Mais il suffit quant à présent de recueillir ces six vérités de fait: 1°. que les métaux ne se calcinent pas s'ils ne sont en contact avec l'air; 2°. qu'il n'y a qu'une portion déterminée de l'air athmosphérique qui sert à cette opération, de sorte qu'une fois consumée, l'oxidation s'arrête & ne peut être continuée à aucun degré de chaleur; 3°. que cette partie de l'air perd alors son état élastique; 4°. que la substance métallique se trouve plus pesante quand elle a été convertie en oxide ou en chaux; 5°. que le poids acquis par le métal répond au poids perdu par l'air, avec toute la précision que l'on peut se flatter d'atteindre dans de semblables opérations; 6°. enfin, qu'il ne s'y forme point d'acide carbonique.

Expérience VIII.

Que l'on place une bougie allumée au milieu d'une capsule, dont le fond soit couvert d'environ six lignes d'eau, & que l'on couvre aussi-tôt la bougie d'un récipient ou cloche de verre, de manière que ses bords inférieurs plongent dans l'eau de la capsule: on verra bientôt la flamme se rétrécir, prendre une couleur bleue, s'éteindre absolument au bout de quelques secondes, & l'eau de la capsule s'élever dans l'intérieur du récipient au dessus de son niveau, à l'instant même où la chaleur n'est plus entretenue par la flamme, & occuper environ un seizième de sa capacité.

Cette expérience connue depuis long-temps de tous les Physiciens, est accompagnée de quelques circonstances bien capables de répandre de l'incertitude sur les vraies causes du phénomène, quand on se borne à ce simple appareil. On n'a pas manqué d'observer en effet que l'air qu'on renfermoit sous la cloche étoit déjà raréfié par la flamme, qu'il s'en échappoit même presque toujours quelque bulle au moment où l'on plaçoit la cloche sur la bougie; jusqu'à ce que les loix de la combustion aient été dévoilées, on a été tenté de regarder en conséquence l'ascension de l'eau dans le récipient comme l'effet de la seule condensation de l'air par le refroidissement; & l'effort de dilatation de l'air par la chaleur, effort qui dans un espace borné équivaut à densité, me sembloit alors l'une des causes les plus probables de l'extinction de la bougie (*Mémoires de l'Acad. de Dijon*, *1769*, *page 416.*). Mais on peut opérer de manière que toutes ces circonstances accessoires disparoissent, & avec elles les conjectures auxquelles elles avoient donné lieu.

Pour cela on place la chandelle non allumée dans un grand flacon, après avoir fixé sur l'extrémité de la mèche un très-petit morceau de soufre ou encore mieux de phosphore; on ferme ensuite le flacon avec un bouchon portant un tube qui communique avec un récipient de la manière décrite dans la précédente expérience & dans la même vue de tenir l'air renfermé à la pression uniforme de l'athmosphère: les choses ainsi disposées, on allume la chandelle par le moyen de la lentille, & on observe également & l'extinction & la diminution du volume de l'air déterminée par l'ascension de l'eau au dessus du point où elle se tenoit dans le récipient avant l'opération: d'où il suit invinciblement que l'effet est indépendant soit de la condensation, soit de la réaction de l'air échauffé.

Remarques. En procédant à l'analyse de l'air, notre premier objet a dû être de porter l'attention vers cette partie qui s'en sépare pour entrer dans la composition d'un corps fixe; or la calcination des métaux en fournit la preuve la plus directe. Il étoit naturel, après cela, de considérer la même diminution de l'air dans l'opération à laquelle on a plus spécialement attaché le nom de combustion & toutes les idées qu'il rappelle. La bougie que nous verrons dans la suite fournir deux différens produits de combustion représente donc ici tout simplement une substance quelconque du genre des combustibles proprement dits, tels que les bois, les charbons, les huiles, l'alcohol, l'éther & autres semblables, d'un ordre de composition déjà très-avancé, dont telle est la condition qu'ils n'agissent sur l'air qu'au moyen d'une première flamme, c'est-à-dire, d'une température très-élevée; qu'après cette dernière inflammation, ils continuent de brûler spontanément tant qu'ils ont le contact d'un air renouvellé; que l'air qui les environne est diminué en proportion des progrès de la combustion; enfin, que pendant tout le temps de la combustion, il y a production de chaleurr très-sensible.

Dans cette dernière opération, la diminution de l'air n'a été que d'une quantité inférieure à celle de l'ex-

périence précédente; d'où l'on pourroit inférer que l'air n'y est pas altéré de la même manière, ou que l'espèce de combustible que nous y avons employé n'agit pas sur le même principe prochain de ce fluide. Il est bien vrai que la quantité totale de ce principe de l'air n'est pas consumée lors de l'extinction de la bougie, & qu'il en reste souvent plus des deux tiers; on en a facilement la preuve en exposant cet air résidu à l'action d'autres combustibles & sur-tout du gas nitreux : mais ceci tient à trois causes particulières; l'*une* est l'abondance des fuliginosités ou des matières échappées à une combustion parfaite & qui, volatilisées par la chaleur, forment une athmosphère à la flamme; la *seconde* est le défaut de mouvement pour ramener au contact les portions d'air non décomposées; la *troisième*, & probablement la plus considérable est la nature aériforme d'un des produits de cette combustion que nous verrons dans la suite être une espèce d'acide qui se manifeste en précipitant l'eau de chaux. En effet, si l'on répète cette expérience en plongeant simplement la cloche dans l'eau de chaux, au lieu d'eau, on observe, après la première diminution, une absorption dont les progrès sont plus lents, qui réduit le volume de l'air à moins de sept huitièmes; ou, si on l'agite avec l'eau de chaux, celle-ci prend un coup d'œil laiteux.

La *chaleur* produite par cette combustion d'une bougie durant quelques secondes n'est pas fort considérable; cependant, si on enferme un thermomètre avec la bougie sous une cloche de 50 pouces cubiques seulement de capacité, il s'élevera d'environ 10 à 11 degrés, & c'est plus qu'il n'en faut pour annoncer un changement sensible de température. Nous verrons dans la suite qu'en général la quantité de chaleur varie suivant la nature du combustible, qu'elle est toujours proportionnelle à la quantité d'air décomposé, & que, toutes choses égales, ses effets se manifestent avec d'autant plus d'intensité, que cette décomposition est plus instantanée ou s'opère en moins de temps. Nous indiquerons alors les moyens ingénieux par lesquels on est parvenu à mesurer la chaleur devenue sensible, sans craindre que les progrès de la communication aux corps environnans en dérobent la trace, & à reconnoître, par exemple, qu'une once de charbon qui se consomme en 32 minutes sous le vent d'un soufflet, fournit une chaleur capable de fondre 6 livres 2 onces de glace.

Ainsi, dans toute combustion, une portion de l'air athmosphérique se fixe, ou devient partie composante de son produit; une autre portion reste dans l'état élastique comme étant incapable de cette combinaison; enfin il y a production de chaleur : ces trois points peuvent être regardés comme suffisamment établis par ce qui vient d'être dit; je ne puis cependant me dispenser de suivre les mêmes effets en opérant sur des combustibles d'un autre genre, puisqu'il n'y a que leur comparaison qui puisse assurer les conséquences que nous avons à en déduire pour indiquer l'origine de cette chaleur produite & la vraie théorie de la décomposition de l'air.

Expérience IX.

On ajuste un thermomètre à un récipient tubulé, de manière que la boule soit dans l'intérieur, & la plus grande partie de l'échelle en dehors, au dessus de la tubulure; ce qui s'exécute très-facilement en faisant passer le tube à travers un bouchon de liège qui remplit la tubulure, & que l'on a soin de mastiquer. Pour rendre cet instrument d'un service plus commode, & ne pas risquer de casser le tube en le retournant dans la cuve, je place dans le même bouchon de liège un petit cylindre de cuivre percé dans toute sa longueur, & qui se bouche à volonté au moyen d'une vis qui presse sur son orifice extérieur un cuir graissé.

Ce récipient ayant été descendu dans la cuve, la vis ouverte, pour le remplir d'eau, on remet la vis & on l'élève sur la table. On y fait passer d'abord 38 pouces cubiques d'air commun, & on prend exactement le degré du thermomètre : alors on y introduit 18 pouces cubiques de *gas nitreux*, préparé de la manière que nous indiquerons en traitant de ce gas. Il importe au but de l'expérience de porter ce gas tout d'un coup, ce qui se fait en retournant subitement sous le récipient un récipient pareil ou autre vaisseau à large ouverture, dans lequel on a dosé d'avance la quantité de ce gas, en y portant successivement un certain nombre de mesures déterminées.

Aussi-tôt que le gas nitreux arrive au contact de l'air, le mélange prend une couleur rouge très-marquée qui annonce l'action des deux fluides élastiques l'un sur l'autre, le mercure s'élève sur-le-champ de six à sept degrés; on voit en même temps l'eau remonter dans le récipient; après cette première absorption assez rapide, le thermomètre redescend à la température de l'appartement; l'ascension de l'eau continue cependant d'une manière plus insensible; quand elle a entièrement cessé (ce qui n'arrive quelquefois qu'au bout de 24 ou même 36 heures, suivant la proportion qui se trouve entre la hauteur des tranches des fluides & leurs surfaces), on reconnoît, toute réduction faite des volumes apparens aux volumes réels, que le gas nitreux a disparu en totalité, qu'il y a diminution sur l'air lui-même de 9, 10 & jusqu'à 11 pouces cubiques, c'est-à-dire, depuis un quart jusqu'à 0,29 & plus; que la portion d'air restant n'est plus affectée par de nouveau gas nitreux; qu'elle ne peut plus servir ni à la calcination ni à la combustion; enfin que l'eau s'est chargée d'un peu d'acide, qui est de l'acide nitrique.

Cette expérience réussit également lorsqu'on fait le mélange dans des vaisseaux fermés par le mercure; la diminution est seulement plus lente & moins considérable; ce qui tient, comme il sera dit ailleurs, à ce que l'acide formé conserve plus facilement la forme gaseuse, & ensuite à l'action que cet acide

exerce à la longue sur le mercure qu'il touche. Mais il n'est pas moins certain que l'air a reçu la même altération, elle est annoncée par la couleur rouge qui subsiste alors bien plus long-temps; & la faculté de faire disparoître subitement cette couleur par l'introduction de quelques gouttes d'eau achève de le démontrer.

Remarques. Je ne tarderai pas à faire voir que le gas nitreux que je considère ici comme combustible, est loin d'être un corps simple, puisqu'il n'est lui-même que le produit d'une première combustion; mais il n'en est pas moins vrai que ce composé est un des plus merveilleux agens de la décomposition de l'air; ce qui doit fixer notre attention, c'est qu'il l'opère instantanément & de la manière la plus complette; qu'il l'opère à toute température connue, sans avoir besoin d'aucune chaleur additionnelle, même dans les climats les plus froids du nord; qu'il y a chaleur produite par cette décomposition, quoique bien moins considérable que dans les autres combustions; enfin que le résultat de cette surcomposition du gas nitreux est un acide très-caractérisé, de son genre, qui a des propriétés absolument différentes de tous les autres acides. *Voyez* ACIDE NITRIQUE.

Il est prouvé par les observations de MM. Fontana, Priestley, Kirwan & Monge, que, quand on opère sur du mercure sec, la diminution est presque nulle, & qu'il ne se dépose qu'une très-petite quantité de liqueur; M. Monge en a fait l'épreuve sur des quantités considérables; il a également remarqué qu'un excès ou de gas nitreux ou d'air vital suffisoit pour faire perdre au mélange la couleur rouge (*Journ. phys. T. 29, p. 138.*). Il n'est pas douteux que ces phénomènes seroient encore plus sensibles si l'on faisoit auparavant séjourner les gas sur des matières capables de leur enlever la plus grande partie de leur humidité; parce que l'acide qui résulteroit de leur combinaison seroit dans le cas de l'acide muriatique gaseux qui ne perd cette forme qu'en s'unissant à l'eau.

Quelques Physiciens, qui s'obstinent à voir partout un même produit pour en conclure un même principe, n'ont pas manqué de soutenir encore qu'on obtenoit de l'air fixe, ou ce que nous appellons gas acide carbonique, lorsqu'on recomposoit l'acide nitrique par le mélange du gas nitreux avec la portion de l'air qui entretient la combustion; mais il y a long-temps qu'on leur a répondu qu'il étoit impossible d'en découvrir la moindre trace, quand on avoit fait l'opération avec les soins convenables. C'est un fait, dit M. Berthollet, sur lequel les expériences de MM. Cavendisch & Kirwan ne laissent aucun doute (*Journ. phys. ibid.*). Je puis ajouter, & suivant le témoignage de tous ceux qui n'admettent pas un grain de produit en remplacement d'une once de déchet.

L'usage d'un instrument qui porte le nom d'eudiomètre de M. Fontana est fondé sur cette propriété du gas nitreux de s'emparer d'un des principes de l'air & de le priver de son état élastique.

EXPÉRIENCE X.

Que l'on prenne du tartrite de chaux, ou, ce qui est la même chose, le dépôt qui se forme quand on décompose par la chaux le tartrite acidule de potasse (crême du tartre du commerce); que l'on distille à siccité dans une cornue, ce sel terreux, après l'avoir bien lavé & séché, on trouvera dans la cornue après l'opération une matière charbonneuse pulvérulente, qui, étant enfermée sur-le-champ dans un flacon exactement bouché, a la propriété de s'enflammer spontanément dès qu'on l'expose à l'air.

EXPÉRIENCE XI.

Si l'on porte cette matière en quantité suffisante sous un récipient qui contienne un volume d'air connu, de manière cependant qu'elle ne s'allume qu'après y avoir été introduite, on observe de plus que l'air est diminué d'environ un quart de son volume, que la matière a augmenté de poids & que cette augmentation répond assez exactement au poids de l'air consommé.

Le succès de cette expérience dépend d'une manipulation qui paroit d'abord très-difficile, mais on l'exécute sans peine au moyen de la coulisse à obturateur ou encore mieux d'un récipient garni de boîtes à cuir. Comme c'est la première fois que j'ai occasion de parler de ces instrumens, il ne sera pas inutile d'en donner une courte description en indiquant la manière de s'en servir pour remplir la condition de l'expérience dont il s'agit.

La *coulisse à obturateur* que l'on voit représentée *fig. 34 des appareils pour les gas*, est composée de deux branches de métal dont l'une AB porte à son extrémité C une petite soucoupe ou godet I, dont les bords supérieurs sont parfaitement dressés; l'autre branche DE se termine en F par un obturateur ou un disque de métal ou de verre assujetti dans une position horisontale absolument parallèle aux bords de la soucoupe. Ces deux branches sont réunies par les collets GH fixés sur la branche D, & qui forment des espèces de coulisseaux dans lesquels la branche A peut se mouvoir pour abaisser ou élever l'obturateur sans qu'il s'écarte de la ligne perpendiculaire (1).

On commence donc par remplir le godet I de la matière charbonneuse dont il a été question ou de toute autre espèce de pyrophore; on ferme diligem-

(1) Cet instrument est encore d'un usage très-commode, lorsqu'on veut prendre une portion de l'air renfermé sous un récipient, dans des cas où il n'est pas possible de le déplacer. On conçoit qu'alors le godet & son obturateur doivent être disposés en sens contraire, c'est-à-dire, l'obturateur en C, & le godet retourné en F.

ment le godet en abaissant l'obturateur F; on prend l'instrument par les deux extrémités D A, & sans cesser de presser sur D pour maintenir l'obturateur, on l'enfonce dans la cuve, autant qu'il est nécessaire pour introduire le godet ainsi fermé dans le récipient : alors on soulève l'obturateur en écartant les deux bouts D A qui restent en dehors, & la matière s'allume en recevant le contact de l'air.

Le *récipient garni de boîtes à cuir*, tel que je l'ai fait exécuter pour le laboratoire de l'Académie de Dijon, est encore plus commode & d'un usage plus général. A B (*fig. 35.*) est un manchon ou cylindre de verre ouvert par les deux bouts; un morceau de glace *cd* de deux à trois lignes d'épaisseur & taillé en rond est mastiqué à l'orifice supérieur de ce cylindre, & solidement arrêté sur les bords au moyen d'un cercle de métal formant sertissure sur la glace. Cette glace est percée de deux trous pour recevoir les deux boîtes à cuirs E F, à travers lesquelles passent les deux tiges rondes *gh*. Ces tiges portent à leur extrémité inférieure une plaque de métal I K, sur laquelle repose le godet L; leurs extrémités supérieures sont emmanchées dans la traverse M N; cette traverse porte un écrou en *o* destiné à recevoir la vis P, au moyen de laquelle on élève & on serre à volonté le godet L sur la glace *cd* qui devient de cette manière un obturateur très-sûr. R. est une pièce de métal un peu épaisse qui sert de point d'appui à la vis, & qui doit être prolongée jusques sur le cercle, pour que l'effort de la pression ne se fasse pas sur le centre de la glace.

Ainsi, ayant enlevé la vis P. & abaissé les tiges *gh*, jusqu'à ce que le godet se trouve au niveau du bord inférieur du récipient, on remplit le godet de notre matière charbonneuse ou de telle autre substance que l'on juge à propos, & sur-le-champ on le reporte d'un seul mouvement jusqu'à la glace qui doit le tenir fermé. Tandis qu'on le tient d'une main dans cette position, de l'autre on replace la vis, & l'on peut après cela plonger le récipient dans la cuve sans gêne & sans avoir à craindre que rien puisse pénétrer dans l'intérieur du godet. Je n'ai pas besoin de répéter que ses bords doivent être dressés avec soin pour s'appliquer exactement à la glace; mais je dois avertir que souvent l'adhérence est telle (sur-tout après un certain temps & quand la glace n'est que doucie & non polie) que si l'on ne fixoit pas par du mastic ou autrement le godet sur son support, il resteroit suspendu de manière qu'il ne seroit pas possible de mettre ce qu'il contient en contact avec l'air du récipient.

Ceux de ces appareils qui sont destinés pour la cuve au mercure doivent avoir, comme il a déjà été dit, toutes leurs pièces de métal en fer ou en acier. Au lieu du récipient garni de boîtes à cuirs, j'ai employé avec succès, pour les expériences au mercure, un simple chassis avec sa vis, exécuté tout en bois dur (tel que le cormier), & construit sur les mêmes principes, excepté que le godet étoit porté par un écrou montant & descendant dans les rainures des deux jumelles *gh*; que l'obturateur au contraire étoit fixé à la traverse I K par un genou mobile pour se prêter aux différentes positions du godet; enfin que la vis P étoit prise à noix dans la traverse M N. J'introduisois ce chassis (la poignée de la vis en bas) dans un récipient ordinaire & j'obtenois ainsi l'avantage d'ouvrir & de fermer à volonté le godet, sans avoir à redouter l'infidélité assez fréquente des boites à cuirs.

Remarques sur les expériences X & XI. C'est à M. Proust que nous devons la connoissance de la propriété qu'a le résidu de la distillation du tartrite de chaux de s'enflammer spontanément à l'air, propriété qui lui est commune avec les résidus de distillation des tartrites de plomb, de cuivre, d'antimoine, des acétites de plomb, de cuivre, de chaux, & probablement de plusieurs autres sels (*Journ. phys. 1778, Supp. pag. 434.*). Il seroit prématuré de s'occuper ici de l'examen de tous les *pyrophores* & sur-tout de discuter les divers systêmes imaginés pour expliquer ce phénomène qui devoit en effet très-fort embarrasser les Chymistes avant que l'on connût la vraie théorie des combustions : je ne veux que faire saisir une circonstance bien capable de nous y conduire, & pour cela je choisis le pyrophore que l'on peut regarder comme le plus simple, M. Proust s'étant assuré qu'il ne tenoit aucune matière saline avant la combustion, & qu'il ne laissoit après que de la chaux mêlée d'un peu de cendre.

Comment se fait-il que le charbon qui ne s'allume ordinairement que par le contact d'un corps enflammé, qui, sans cela, exige une température de plus de 150 degrés (*Voyez affinité*, §. *III. sect. 2*), s'embrase ici subitement dès qu'il est exposé à l'air? Il me paroît évident que la cause immédiate de ce phénomène n'est autre que l'affinité même des deux principes qui doivent se combiner, jouissant de toute son énergie par la cessation des obstacles qui en suspendoient l'action. L'air, qui est un de ces principes, se trouvant dans sa condition habituelle, c'est donc dans celle du charbon que l'on doit chercher les causes éloignées : or la première est sans difficulté l'état de division, ou, pour mieux dire, de désaggrégation dans lequel il est présenté à l'air. On sait en général combien la force d'aggrégation résiste à l'affinité, on en verra dans la suite un grand nombre de preuves, & un exemple sur le charbon même dans sa combinaison avec la portion d'air dont se surcharge l'acide muriatique.

Je placerai en second ordre de ces causes médiates la petite élévation de température qu'acquiert le mélange en recouvrant subitement de l'athmosphère l'eau dont il avoit été complètement privé; & indépendamment de ce que l'eau qui se combine avec les corps solides abandonne une portion du principe de la chaleur, on a, dans le cas particulier, une nouvelle preuve directe de cette vérité. M. Pilatre de Rozier a observé qu'une demi-once de pyrophore d'Homberg jetée dans une pareille quantité d'eau distillée, avoit fait monter

monter le baromètre de 4 degrés, quoiqu'il se fût assuré par divers procédés d'analyse, qu'il n'y restoit pas un atome d'acide sulfurique à nud (*Journ. phys. T. XVI. p. 384.*). Il n'est pas surprenant que cette foible production de chaleur n'ait servi qu'à faire douter de l'influence de cette cause, tant qu'on ne l'a considérée que d'une manière isolée, ou comme agissant sur le charbon en masse d'agrégé, & sur-tout avant que les Physiciens aient eu occasion de se convaincre de l'efficacité de la température pour déterminer le jeu des affinités.

A l'appui de ces deux premières causes, je n'hésite pas d'en appeller deux autres dont j'avouerai que l'existence n'est pas à beaucoup près aussi démontrée, mais que l'on peut soupçonner, puisqu'il est certain qu'elles influent dans des circonstances très-analogues, & dont, par cela seul, il importe d'être prévenu, ne fût-ce que pour en chercher les traces. L'une est cette chaleur véritablement latente que certains corps conservent pendant un temps assez long, & qui suspend l'effet qui doit résulter à la température acquise par le milieu dans lequel ils sont plongés. C'est ainsi que de l'eau qui reste fluide dans un flacon bouché se gèle subitement si on le transvase, lors même que cette opération se fait à une température un peu moins froide que celle qu'elle a éprouvée. La même chose arrive avec la dissolution concentrée de sulfate de soude qui se crystallise à l'instant qu'on débouche & qu'on agite le flacon où elle a été renfermée chaude. Il n'est personne enfin qui n'ait observé qu'un tison que l'on tire noir & à peine chaud de dessous la cendre qui le couvroit, se rallume par le contact de l'air, absolument comme le pyrophore, sans qu'on puisse l'attribuer qu'à ce foible reste de chaleur obscure, qui annonce bien plutôt une extinction retardée qu'une combustion lente, l'air n'ayant pas le plus souvent un accès assez facile pour consommer ce charbon lorsqu'on le laisse se refroidir complétement dans cette situation. Je pourrois fortifier cette conjecture par d'autres rapprochemens, si je ne craignois d'anticiper l'ordre naturel des faits; mais il en est un trop décisif pour n'en pas faire ici du moins quelque mention. M. Proust a remarqué que le charbon pulvérisé & séché dans un creuset, qui s'enflammoit quelques heures après par la seule affusion de l'acide nitreux, ne s'enflammoit plus le lendemain (*L. cit. p. 437.*); nous verrons dans la suite que l'analogie de cette inflammation avec la combustion par l'air est un point généralement avoué.

L'autre cause du moins aussi probable, qui peut concourir avec les deux premières, est ce degré de combinaison commencée, cet état d'oxidation imparfaite par lequel plusieurs combustibles passent bien certainement avant que de donner le résidu de leur entière combustion. Je ne vois pas pourquoi le charbon seroit moins susceptible de cet état que le phosphore & le soufre, quoique jusqu'à présent il n'ait pas été possible d'en obtenir des preuves directes; où l'effet est le même il est permis de soupçonner la même cause : or, avec cette condition, le phosphore & le soufre décomposent aussi l'air instantanément à la plus foible température; & l'analyse du gas nitreux nous conduira peut-être à expliquer encore par cette condition la prodigieuse inflammabilité que j'ai fait observer (*Expér. IX.*). Je ne voudrois pas assurer néanmoins que le gas hydrogène ne fût pour le charbon un des principes essentiels de cette composition, comme il l'est pour le phosphore dans le gas hydrogène phosphoreux qui n'est plus aussi inflammable quand il s'en est séparé par le laps de temps; ce soupçon est même confirmé par une expérience de M. Priestley qui a obtenu du gas hydrogène de la distillation pneumatique du pyrophore d'Homberg, & qui a reconnu qu'après cela il prenoit feu comme auparavant par l'exposition à l'air (*Continuation, &c. t. III. sect. XVII*): mais ceci tient aux phénomènes de la décomposition de l'eau dont il n'est pas temps de s'occuper.

Expérience XII.

On met quelques grains de *phosphore* dans une petite capsule de verre élevée sur un support de 4 à 5 pouces de hauteur; on place ce support dans une cuvette, dont le fond est couvert de 2 à 3 pouces d'eau, on renverse sur le tout une grande cloche ou récipient de verre; on fait monter l'eau dans ce récipient d'environ 3 pouces, en aspirant une portion de l'air par le moyen d'un siphon; & après avoir marqué le point de son niveau, on allume le phosphore en portant dessus le foyer d'un verre ardent. Le phosphore brûle quelques instans avec flamme vive, il y a une chaleur considérable; l'eau baisse alors dans la cloche par la dilatation, mais elle ne tarde pas à remonter, même pendant la combustion; le récipient se remplit ensuite de vapeurs blanches qui se déposent peu à peu en gouttes sur les parois du récipient; & quand tout est refroidi, on voit par l'élévation de l'eau dans l'intérieur qu'il y a eu environ $\frac{2}{11}$ du volume d'air absorbés, & par conséquent un peu moins que dans l'expérience IX avec le gas nitreux.

Si, après le refroidissement, on porte de nouveau le foyer de la lentille sur ce qui reste de phosphore dans la capsule, on le voit fondre, bouillonner, se sublimer; mais il n'y a plus ni inflammation ni diminution du volume d'air renfermé.

Les gouttes condensées sur les parois de la cloche sont manifestement de l'acide phosphorique; le reste du phosphore qui a pris une couleur jaune plus obscure, est aussi légèrement acide, il fume & s'enflamme spontanément dans le nouvel air; & la capsule qui le contient se trouve avoir acquis une augmentation de poids de quelques grains, malgré la portion qui en a été enlevée par la combustion & la sublimation.

Expérience XIII.

Comme on n'a pas toujours à sa disposition une lentille & un soleil favorable, j'ai approprié à ces sortes

d'expériences un appareil beaucoup plus simple & qui donne la facilité de les multiplier, de les varier autant qu'il est nécessaire.

A *d* (*fig. 36 des appareils pour les gas*) est une de ces petites cornues de verre qui se trouvent communément chez les Marchands de crystaux, dont le bulbe a 14 ou 15 lignes de diamètre, & dont le col a de 8 à 10 pouces de longueur. On trace avec une lime un trait circulaire en *c* qui se trouve un peu au dessous de la courbure, quand la cornue est dans une situation perpendiculaire, l'orifice en bas. On réunit à ce vaisseau un bocal B, une *mesure* ou tube de verre dont la capacité réponde à une partie connue de la capacité du bulbe de la cornue jusqu'au trait circulaire *c*, enfin une *jauge* ou tube de verre un peu long sur lequel est collée une bande de papier portant des divisions en pouces cubes & & centièmes de pouce cube, que l'on a soin de recouvrir de vernis gras, pour qu'elle ne soit pas altérée par l'eau. Si l'on vouloit rendre cette échelle plus solide, on pourroit la graver sur le verre même, par le moyen de l'acide fluorique. Ces divisions s'exécutent facilement, quand on est fourni d'avance de petites mesures qui tiennent exactement 1 pouce cube, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$ & même $\frac{1}{20}$ de pouce cube; ces mesures se règlent elles-mêmes par le poids de l'eau distillée qu'elles contiennent, & qui doit être de 374,2 grains à la température de 10 degrés. Les autres sous-divisions se tracent au compas & ont toute la justesse qu'on peut desirer, quand on a choisi un tube bien cylindrique. A défaut de cornue de la forme que je viens d'indiquer, on la remplace très-bien par un tube de verre que l'on fait fermer d'un bout & courber à la lampe d'Émailleur, de manière que le tiers de sa longueur, à partir de l'extrémité fermée, représente à peu près un quart de cercle qui auroit 3 pouces de rayon.

Lorsqu'on veut se servir de cet appareil, qui n'est dans le fond qu'une espèce de *récipient cornu*, on le remplit entièrement d'eau, & on y fait passer le nombre de mesures d'air ou de gas nécessaire pour remplir sa capacité jusqu'au trait circulaire *c*; ou, si l'on ne veut opérer que sur l'air commun, comme dans la combustion du phosphore, après avoir rempli d'eau ce récipient, on la laisse couler jusqu'à ce qu'elle soit à la hauteur du trait, ce dont on se rend facilement le maître en tenant négligemment le doigt sur l'orifice, & l'appliquant exactement dès que l'eau est à ce point. Le récipient ainsi fermé est alors transporté dans le bocal B que l'on a rempli d'eau aux trois quarts; tandis qu'il y est plongé un peu au dessous de l'eau, on y introduit un morceau de phosphore, & remettant aussi-tôt le doigt sur l'orifice de la cornue, on la sort du bocal; on la retourne pour faire couler le phosphore jusques à l'autre extrémité; on remet la cornue dans sa première position; on l'incline doucement de côté, pour faire couler toute l'eau dans le col, sans que le phosphore la suive, & on la replace comme la première fois dans le bocal. On remarquera pour-lors que l'eau se tiendra un peu au dessous du trait, ce qui vient en partie de l'espace qu'occupe le phosphore, en partie aussi de ce que l'air renfermé n'est plus pressé que par le poids de la colonne athmosphérique, moins le poids de la colonne d'eau au dessus de son niveau dans le bocal; mais il n'en est pas moins certain que la quantité d'air est la même qu'auparavant.

Maintenant, que l'on porte sous le bulbe de la cornue une petite bougie allumée, le phosphore s'enflamme bientôt, des vapeurs blanches épaisses remplissent la partie supérieure du vaisseau; l'eau baisse d'abord dans le col de la cornue à cause de la chaleur; elle remonte ensuite à cause de la diminution de l'air; en un mot, on apperçoit les mêmes phénomènes que dans l'expérience précédente.

Il est bon d'avertir pour les expériences suivantes que la dilatation est quelquefois assez considérable pour déplacer toute l'eau & pour faire sortir quelques bulles d'air par l'orifice de la cornue, sur-tout quand le bulbe est un peu gros & le col étroit ou trop court: il n'en faudroit pas davantage pour empêcher de doser exactement & pour rendre dès-lors l'expérience inutile. On se met facilement en garde contre cet accident, en plaçant à l'orifice de la cornue un bouchon de liège portant un petit tube de verre courbé, & au dessus du tube un vaisseau cylindrique rempli d'eau; en mesurant ce qui s'échappe, la quantité qui reste devient connue.

Expérience XIV.

J'ai allumé le phosphore dans un volume d'air fermé par de l'eau de chaux récente, au moyen de l'appareil précédemment décrit; c'est-à-dire, que la cornue & le bocal ne contenoient que de l'eau de chaux au lieu d'eau de pluie. L'inflammation m'a paru se soutenir un peu plus long-temps; les vapeurs étoient plus denses; l'eau de chaux n'a pas été troublée pendant l'opération; une partie des vapeurs l'a traversée en forme de flocons blancs tout de même que l'eau simple; ces flocons sont descendus jusqu'au fond du bocal sans altérer le moindrement sa limpidité; l'absorption a été à peu près la même, puisque sur 3,104 pouces cubes, il y a eu diminution de 0,564 ou d'un peu plus de 18 pour 100; lorsque j'ai agité la cornue en mettant le doigt sur son orifice, l'eau de chaux a blanchi de la même manière que quand on l'agite avec une liqueur contenant de l'acide phosphorique, & elle a de même déposé le sel terreux qui s'y est formé; enfin quand j'ai retourné la cornue pour mesurer l'eau qu'elle contenoit, le gas résidu n'a point exhalé une aussi forte odeur phosphoreuse que dans les expériences précédentes.

Expérience XV.

Si l'on allume le phosphore dans l'air enfermé par le le mercure sous la cloche, soit avec la lentille, comme dans l'expérience XII, soit avec la bougie, comme

dans l'expérience XIII, les vapeurs ne se résolvent plus aussi complètement en gouttes, elles se déposent en flocons, sur-tout si le mercure & l'air sont très-secs; il y a également chaleur, dilatation, puis diminution du volume d'air renfermé : cette diminution n'est guère plus uniforme que dans l'air renfermé par l'eau ; lors même que l'on rend, autant que possible, toutes choses égales, elle varie communément de 0,18 à 0,20, je l'ai quelquefois observé à 0,21, c'est-à-dire, un peu plus du cinquième du volume total. Il arrive souvent que le reste du phosphore s'enflamme spontanément, lorsqu'on retourne les vaisseaux & qu'on y laisse rentrer l'air, quoiqu'on leur ait donné tout le temps de se refroidir complétement.

Expérience XVI.

Tout étant disposé comme dans l'expérience précédente, avant d'allumer le phosphore, j'ai fait passer sur le mercure 1 $\frac{1}{2}$ pouce cube d'eau distillée. Le phosphore ayant été enflammé comme à l'ordinaire & les vaisseaux refroidis, l'eau s'est trouvée très-sensiblement acide, elle a rougi fortement les couleurs bleues végétales; je l'ai versée tout de suite dans un petit ballon portant siphon recourbé qui plongeoit dans un flacon rempli d'eau de chaux; j'ai poussé la distillation jusqu'à ce que l'ascension de la liqueur du flacon dans le siphon m'ait obligé de l'arrêter, & l'eau de chaux n'a pas été le moindrement troublée.

Expérience XVII.

L'air diminué dans plusieurs de ces opérations a été transvasé pour le séparer de toute la portion de phosphore qui n'avoit pas été brûlée, il a été ensuite introduit dans le tube eudiométrique ou cylindre portant une échelle divisée en centièmes de mesures & après avoir pris le nombre des divisions qu'il occupoit, j'y ai fait passer une mesure connue de nouvel air : il est quelquefois arrivé que ce mélange a occasionné de légères vapeurs blanches ; lors même qu'il n'en paroissoit point, j'ai toujours trouvé, au bout de quelques heures, une nouvelle diminution, depuis 7 jusqu'à 13 & 14 degrés de l'échelle; c'est-à-dire, de 4,46 pour 100 du mélange, & par conséquent 1,63 pour 100 du gas résidu. Ces effets ont été plus marqués & plus uniformes lorsqu'au lieu d'air commun j'employois l'air vital ou la portion pure de l'air commun qui sert à la combustion.

Expérience XVIII.

Que l'on mette dans une petite cornue ou dans un ballon portant siphon recourbé environ 36 grains de phosphore & 500 grains de potasse liquide (dont la densité soit à peu près 1,45) ou pareille quantité de lait de chaux; que l'on chauffe ces vaisseaux par un feu de lampe ou autrement, après avoir engagé le siphon sous un récipient rempli d'eau : on recueillera sur la fin un fluide aériforme qui s'enflamme subitement dès qu'il a le contact de l'air. J'ai fait passer sous un récipient rempli d'eau 21 pouces cubiques de ce gas, & j'y ai ensuite introduit par parties (pour éviter une explosion trop considérable) 3 pouces cubiques d'air commun; la dernière portion n'a produit aucune inflammation; l'absorption, même après le refroidissement, étoit à peine sensible ; le gas résidu transvasé dans une bouteille s'est allumé à l'approche d'une bougie & a brûlé comme le gas hydrogène ordinaire, excepté que la flamme étoit blanche & qu'elle a laissé dans la bouteille une vapeur blanche, épaisse; le même gas mêlé avec partie égale d'air commun a fortement détonné à l'approche de la bougie allumée, & cependant a laissé la bouteille remplie de vapeurs blanches & qui avoient l'odeur de phosphore.

Une autre fois j'ai fait passer 4,87 pouces cubes du même gas dans le récipient armé de conducteurs électriques (c'est l'eudiomètre de M. Volta dont on trouvera bientôt la description). J'y ai introduit peu à peu une mesure d'air commun, contenant 1,625 pouce cube, l'inflammation a été très-vive dans le commencement, les dernières portions ne se sont pas allumées; la diminution n'étoit alors que de 0,135 pouce cube ou d'un peu plus du 48e. du volume total. J'y ai introduit de nouveau une mesure de gas bien éprouvé, dans la vue de diminuer le restant de l'air, il ne s'est pas enflammé. J'y ai fait passer enfin une mesure de nouvel air, je n'ai pas apperçu le moindre signe de combustion & cependant l'eau est remontée insensiblement; de manière qu'au bout d'une demi-heure l'absorption étoit de 0,305 pouce cube ou environ le 31e. de la totalité du mélange; j'ai approché l'appareil d'un conducteur électrisé, il y a eu inflammation comme avec le gas hydrogène & l'air commun, qui a produit une nouvelle diminution de 0,54 pouce cube, ou d'un peu plus du 17e. du volume restant.

Au lieu d'enflammer par l'étincelle électrique le gas résidu d'une semblable expérience, où ni le gas phosphoreux, ni l'air nouveau ne pouvoient ranimer la combustion, j'en pris une mesure que je mêlai avec une pareille quantité de gas nitreux, le tube fut sur-le-champ rempli de vapeurs blanches, & il y eut diminution de 0,23 du volume du mélange; ce qu'on ne peut attribuer à l'action du gas nitreux sur le phosphore; car il est certain que le phosphore se sublime sans s'allumer dans ce gas. *Voyez* GAS NITREUX.

Remarques. J'ai cherché à rassembler dans les sept expériences qui précèdent tous les phénomènes que présente la combustion du phosphore ou son action sur l'air, comme étant celui de tous les combustibles qui, à raison de sa grande inflammabilité, de la chaleur qu'il produit & même du résidu qu'il laisse, semble donner plus de prise à l'observation pour découvrir les causes de ces changemens.

Le phosphore brûle même à la *température* moyenne de nos climats ; on sait que pour le convertir en acide,

il suffit de l'abandonner à l'air libre ; & si on le porte dans l'obscurité, la lueur qu'il répand annonce bien qu'il se fait réellement une combustion lente & graduelle ; un frottement même assez léger l'enflamme sur-le-champ; & si on en place quelques grains dans un petit entonnoir de verre suspendu dans un flacon dont le bouchon porte un tube communiquant avec un récipient également rempli d'air & dont l'orifice soit plongé dans l'eau, à la longue il sera tout converti en liqueur acide, & l'ascension de l'eau dans le récipient marquera la quantité d'air qui a servi à cette conversion. On abrégeroit encore considérablement l'opération en exposant seulement le flacon aux rayons du soleil. Ce n'est donc que pour se rendre maître de la durée des expériences que l'on se sert aussi pour le phosphore des appareils qu'exigent d'autres combustibles, & dans lesquels il suffit alors, comme le dit M. de Fourcroy, d'élever la température à 24 degrés pour produire une inflammation subite.

Cette tendance du phosphore à s'unir à une portion d'air est encore affranchie de la condition d'une certaine température, elle devient aussi puissante & produit des effets aussi instantanés que celle du gas nitreux, dans les deux cas indiqués sous les n°s. XV. & XVIII. Dans le *premier*, il n'y a bien certainement d'autre changement qu'un commencement d'acidification du phosphore, il est mis dans cet état où nous l'avons nommé acide phosphoreux ou acide phosphorique avec excès de phosphore ; l'aggrégation des parties de celui-ci se trouvant rompue ou plus foible dans ce composé, l'affinité qui reste la même devient alors plus efficace. Il n'y a point d'autre cause de l'inflammation spontanée du phosphore dans ces préparations qu'on a appellées *bougies phosphoriques*, *briquets physiques*, *&c.* Dans le *second* cas, le gas dont nous devons la connoissance à M. Gengembre (*Savans Etrangers*, *T. X. p. 651.*), ne s'allume encore que parce qu'il tient du phosphore en état d'acide phosphoreux, ainsi que ce Chymiste l'a lui-même soupçonné dès les premiers instans de cette découverte, & qu'il me sera facile de le faire voir aujourd'hui, lorsqu'il sera question de la manière tout-à-fait particulière dont se forme ici cette combinaison & qui est bien plus compliquée que dans les combustions ordinaires. Un reste de chaleur latente peut aider à l'effet; elle peut, du moins dans la dernière expérience, servir de moyen d'union de l'acide phosphoreux avec un gas étranger, puisque celui-ci le dépose avec le temps ; mais cela n'affoiblit point la vérité de cette observation que la condition de température est purement relative aux divers états du combustible, qu'une combinaison commencée s'achève plus facilement : nous en aurons bientôt d'autres exemples, & le gas nitreux analysé pourra lui-même être placé dans cette classe.

La *chaleur* dégagée pendant la combustion du phosphore est tout autrement sensible que celle produite par l'union du gas nitreux avec l'air; elle surpasse même celle que donne la combustion du charbon. Les quantités d'air consommé dans ces combustions étant supposées égales, MM. Lavoisier & de la Place ont trouvé que le phosphore fondoit 68,634 de glace, tandis que le charbon ne fondoit que 29,5. A supposer égales les quantités des deux combustibles, le phosphore a encore l'avantage; ce qui est d'autant plus remarquable, que très-certainement un poids donné de charbon altère une plus grande quantité d'air que le même poids de phosphore; car nous verrons que si 100 de phosphore exigent pour leur combustion à peu près 146 d'air (en poids), 100 de charbon n'en prennent guère moins de 257.

L'augmentation de pesanteur que le phosphore acquiert en brûlant est un fait qui tombe si évidemment & si facilement sous les sens, qu'il y a lieu de s'étonner qu'il n'ait pas frappé les premiers Chymistes qui ont converti du phosphore en acide; cependant je crois en avoir le premier publié l'observation (*Digress. acad. p. 253.*); mais j'étois alors fort éloigné d'en connoître la cause, on la doit aux recherches de M. Lavoisier confirmées depuis par les expériences de M. Lubbock (1), de M. Berthollet, de M. Gren, & de tous ceux qui ont opéré avec les précautions nécessaires pour assurer les résultats; de sorte qu'on peut regarder comme certain que deux onces de phosphore ne prennent guère moins de trois onces d'air en passant à l'état d'acide. *Voyez* ACIDE PHOSPHORIQUE.

Aucune des expériences que j'ai décrites ne présente le moindre indice de la présence du gas acide carbonique ou air fixe dans les *produits* de cette combustion ; & dans l'expérience XVI, j'ai particulièrement insisté sur les moyens qui auroient dû le manifester. Ceci mérite d'autant plus d'attention qu'il devroit en effet s'en trouver dans le système de ceux qui défendent encore la théorie de Stahl; j'avois moi-même fortifié l'argument que l'on en pouvoit tirer par une observation assez précise rapportée à la page 220 de ce volume; mais en répétant l'opération avec plus de soin, non-seulement je n'ai pas eu de gas acide carbonique, j'ai de plus découvert que celui qui m'avoit induit en erreur s'étoit formé pendant la dessiccation du précipité à l'air libre (*Essai sur le phlog. &c. de M. Kirwan*, *trad. franç. sect. 7.*). Enfin le célèbre Gren, l'un de ceux qui a porté le plus de précision dans ses recherches sur les gas, a reconnu que dans cette combustion il n'y avoit pas un atome de gas acide carbonique ni dégagé ni produit (*Crell*, *Annal. 1787*, *Beytr. B. 2. St. 3. s. 323.*).

La *diminution du volume d'air* dans les sept expériences sur le phosphore, sensiblement moindre que dans l'expérience IX. sur le gas nitreux, pour-

(1) *R. Lubbock Dissertatio physico-chemica de principio sorbili*, *&c. Edimb. 1784*, J'aurai souvent occasion de citer les expériences nombreuses & très-bien faites que contient cette Dissertation.

roit en imposer au premier coup d'œil & faire penser qu'il y a quelque différence dans la manière d'agir de ces deux combustibles sur l'air, puisque lors même qu'ils s'y trouvent en excès & avec la condition de température qui leur convient, ils ne séparent pas la même quantité du principe avec lequel ils devroient se combiner dans cette supposition. J'ai tenté divers moyens de résoudre cette difficulté par le fait, en portant l'absorption au même degré, mais aucun n'a complètement réussi. L'eau de chaux, comme on l'a vu dans l'expérience XIV, n'a fait que diminuer un peu l'odeur du gas résidu. J'ai imaginé qu'en présentant à l'air le phosphore dans l'état de gas phosphoreux, la combinaison seroit plus instantanée & plus entière; l'expérience XIV. nous a appris que la diminution étoit encore moins considérable. Enfin j'ai enfermé avec le phosphore un morceau de charbon ordinaire, présumant qu'il pourroit absorber le gas acide phosphoreux, à mesure qu'il se formeroit, & favoriser ainsi le contact du combustible avec l'air non décomposé; j'ai lieu de croire que ce procédé n'a pas été sans succès, puisque j'ai obtenu plusieurs fois une diminution de 0,203 du volume de l'air; cependant il ne m'a pas été possible de la porter au-delà. Je sais bien que M. Achard assure qu'en allumant du phosphore sur le mercure dans un tube de verre, par la chaleur d'une bougie, il a obtenu diminution d'un *tiers* de l'air commun qui y étoit renfermé, & qu'il regarde même cet effet comme assez constant pour estimer rigoureusement la salubrité de cet air (*Acad. de Berlin*, *ann. 1784.*); mais mes expériences s'accordent beaucoup mieux avec celles de M. Lavoisier qui, dans les mêmes circonstances, a vu l'absorption *approcher du cinquième du volume total*, *sans pouvoir y arriver;* M. Cavallo indique précisément le cinquième d'après ses propres observations; enfin, suivant M. Lubbock, dont l'estimation est la plus haute, & qui opéroit sur le mercure, dans un récipient contenant 97,66 pouces cubiques anglois, la diminution n'alla pas tout-à-fait jusqu'au *quart;* ce qui est encore éloigné de celle que donne le gas nitreux.

Mais s'il est impossible d'obtenir par la combustion du phosphore dans l'air commun une diminution exactement proportionnelle à la quantité du principe qu'il peut fournir aux autres combustibles, il ne me paroît pas difficile d'assigner la cause particulière qui modifie en cette occasion l'effet général. Nous avons vu (*Expér. XVII.*) qu'il y avoit des signes de réaction & une diminution de volume, lorsqu'on mêloit avec de l'air nouveau le gas résidu de cette combustion: c'est ce qui n'arrive pas à l'air diminué par le gas nitreux & par beaucoup d'autres combustibles; ce qui annonce conséquemment la présence de quelque autre fluide aériforme, qui n'a plus besoin d'une température aussi élevée que le phosphore pour agir sur l'air; & à cette propriété nous ne pouvons méconnoître le gas acide phosphoreux. Il est à remarquer que la formation de ce gas n'a pas lieu lorsqu'on opère, même sur le mercure, avec la seule portion de l'air commun qui peut entrer dans cette combinaison; ce qui confirme bien l'explication que je viens de donner, & qui nous met en même temps sur la voie de reconnoître une véritable affinité de ce gas phosphoreux avec la portion d'air commun qui ne s'absorbe pas dans les combustions, affinité qui seule paroît arrêter la condensation du premier, sur-tout lorsque l'on opère sur l'eau; enfin, pour qu'il ne pût rester aucun doute à cet égard, je me suis assuré par des expériences directes de la possibilité de former ce gas non-seulement dans l'air déjà diminué ou gas azote pur, mais encore dans un autre fluide aériforme dont il augmente très-sensiblement le volume, même sur l'eau, & après le refroidissement. *Voyez* GAS ACIDE PHOSPHOREUX.

EXPÉRIENCE XIX.

Dans un récipient d'environ 100 pouces cubiques de capacité, on suspend un petit vase contenant 12 grains de *soufre*; on place ce récipient ou sur l'eau ou sur le mercure, pour empêcher, comme à l'ordinaire, la communication de l'air du dehors; on a soin d'élever de quelques pouces ces fluides dans l'intérieur pour se mettre en garde contre la raréfaction, & on porte sur le soufre le foyer d'une lentille; le soufre s'allume, donne une flamme bleue, la dilatation occasionnée par la chaleur fait baisser l'eau ou le mercure, le récipient est obscurci par les vapeurs, le soufre cesse bientôt de brûler; pendant le refroidissement les vapeurs se condensent, & l'eau ou le mercure remonte au même point où ils étoient avant l'opération.

Si on dirige de nouveau le foyer de la lentille sur le soufre qui reste, il se fond, il bouillonne, il se sublime, & ne peut plus être allumé.

En examinant l'air du récipient, on reconnoît qu'il a une très-forte odeur sulfureuse, qu'il s'y reforme des vapeurs blanches à l'instant où on lui rend le contact de l'air ambiant, & que mêlé à parties égales avec le gas nitreux, il y a absorption comme d'un air commun de médiocre qualité.

Les parois du récipient sont couvertes d'une vapeur condensée qui présente tous les caractères de l'acide sulfureux.

Si, au lieu d'eau commune, on met de l'eau de chaux dans la cuve où le récipient est plongé, elle n'est nullement troublée.

Le mélange de l'air du récipient avec le gas nitreux, sur l'eau de chaux, ne la trouble pas davantage, lors même qu'on agite le résidu avec elle.

EXPÉRIENCE XX.

J'ai cherché à enflammer le soufre dans des vaisseaux fermés sans le secours de la lentille; j'ai mis 12 grains de soufre sublimé dans une cornue de verre dont la capacité étoit de 28 pouces cubes, & qui portoit siphon communiquant à un grand réci-

pient de la manière ci-devant décrite (*Expér. VII*), dans lequel il y avoit encore 3,5 pouces cubes d'air. J'ai échauffé la cornue par le moyen d'une lampe suivant les principes de M. Argand, le soufre s'est sublimé en entier, sans donner aucun signe d'inflammation ; & ce qui est digne de remarque, l'air ainsi renfermé a pris & conservé plusieurs jours après le refroidissement une augmentation de volume de plus de 2 pouces cubiques ; cet air avoit une aussi forte odeur sulfureuse que si le soufre y eût brûlé avec flamme.

Une autre fois j'ajoutai $\frac{1}{4}$ grain de phosphore aux 12 grains de soufre, l'inflammation fut subite & totale ; c'est-à-dire, que le soufre fut brûlé ou sublimé instantanément ; l'eau du récipient qui communiquoit à la cornue baissa d'environ 7 pouces cubes par la dilatation, autant que je pus observer cet effet qui fut très-rapide ; elle remonta par le refroidissement au dessus du point où elle étoit avant l'opération, & annonça ainsi une diminution de 1,75 pouce cube. La cornue, dont j'avois pris le poids, repesée immédiatement après, se trouva avoir gagné près de deux grains au-delà des 12 grains de soufre, quoiqu'une partie de celui-ci eût été portée jusques dans le siphon. Le gas résidu présenta au surplus les mêmes phénomènes que dans l'expérience précédente ; je l'essayai pareillement avec de bon gas nitreux tiré du cuivre, sur l'eau de chaux, qui n'en fut pas le moindrement troublée ni avant ni après le mélange, & il y eut absorption de 0,41.

Expérience XXI.

Si l'on enferme par l'eau une quantité d'air commun, par exemple, 3 pouces cubes, dans le récipient courbe ci-devant décrit (*Expér. XIII.*), & qu'après y avoir introduit un morceau de soufre, on porte dessous une bougie allumée, le soufre se fond, bouillonne, produit d'épaisses vapeurs, mais on obtient difficilement l'inflammation, & lors même qu'elle a lieu, la diminution de l'air est à peine sensible ; l'addition d'un quart de grain de phosphore décide une combustion momentanée, mais l'absorption n'est guère plus considérable.

Dans une de ces expériences, j'ai ajouté un morceau de charbon de hêtre séché simplement à l'air, du poids de 12 grains, j'ai vu les parties de soufre lancées par le bouillonnement contre les parois prendre feu spontanément ; l'abaissement subit de l'eau presque jusqu'à l'orifice m'a fait juger qu'il y avoit eu inflammation instantanée, & la diminution a été cette fois de 0,714 pouce cube, ou d'environ 0,21 du volume total de l'air.

Expérience XXII.

On fait fondre dans un creuset un mélange de parties égales de soufre & de potasse ; on coule sur un marbre la matière fondue qui devient bientôt solide, c'est le *sulfure de potasse* ou foie de soufre alkalin. Si, à l'instant qu'il est refroidi, on en met quelques morceaux avec de l'eau dans une capsule sous un récipient rempli d'air commun & dont l'orifice soit plongé dans le mercure, on voit le mercure s'élever insensiblement dans la cloche ; il n'y a pas de chaleur sensible, cependant, au bout de trois jours, l'air se trouve diminué dans la proportion du tiers au quart de son volume, suivant qu'il est plus ou moins propre à entretenir la combustion ; la capsule ou plutôt la matière qu'elle contient a acquis une augmentation de poids correspondante à celui de l'air absorbé, & une portion de sulfure a passé à l'état de sulfate de potasse ou de tartre vitriolé, ce dont il est aisé de se convaincre en précipitant tout de suite le sulfure par une quantité suffisante d'acide acéteux, & versant dans la liqueur séparée du précipité par le filtre, de l'acétite de baryte qui y régénère du sulfate de baryte ou spat pesant.

La même diminution de l'air a lieu, à la vérité bien plus lentement, lorsqu'on met simplement le sulfure de potasse dans l'eau qui enferme l'air. C'est de la même manière, mais encore plus insensible, que les dissolutions de sulfure de potasse & de chaux s'altèrent à la longue dans les flacons les mieux bouchés, le vuide qui s'y fait donne accès à l'air extérieur : on ne remarque aucune altération des sulfures dans les vaisseaux fermés hermétiquement (*Voyez ci-devant page 372*).

Expérience XXIII.

J'ai enfermé sur l'eau 3,5 pouces cubiques d'air commun dans le récipient courbe (*Expér. XIII.*) ; j'y ai introduit 12 grains de soufre, 16 grains de chaux & 8 grains de carbonate de potasse, le tout en morceaux & non pulvérisé, pour avoir la facilité de les réunir dans la partie supérieure inclinée. Mon but étoit de produire un sulfure de potasse extemporané, ce qui a parfaitement réussi : dès que j'ai approché la flamme de la bougie, le crystal de potasse a bouillonné, la chaux l'a rendue caustique en lui prenant le gas carbonique, & elle a aussi-tôt porté son action sur le soufre dont elle a hâté la fusion par son affinité. Deux heures après le refroidissement, l'air s'est trouvé diminué de 0,19, & le lendemain il étoit encore au même point.

Expérience XXIV.

On fait un mélange de 50 grains de soufre pulvérisé ou encore mieux sublimé, avec 100 grains de limaille de fer non rouillée ; on humecte légèrement ce mélange, on le met dans une capsule de verre élevée sur un support, & on renverse dessus une cloche ou récipient pour y enfermer sur l'eau ou sur le mercure environ 50 pouces cubes d'air commun (*Voyez fig. 37 des appareils pour les gas*).

On voit, quelques heures après, le mélange se gonfler, passer au noir, en même temps l'eau ou le mercure s'élever dans la cloche, & ces effets con-

tinuer pendant 12 à 15 heures, après quoi tout reste dans le même état.

En tenant compte de l'augmentation de volume du mélange par la tuméfaction, & réduisant le volume apparent du gas résidu au volume réel, suivant la méthode précédemment indiquée, il est facile de déterminer l'absorption ou diminution de l'air, sur-tout si le récipient porte une échelle graduée, comme on le voit dans la figure. La graduation la plus commode est celle qui indique des centièmes de la capacité totale.

La diminution est ordinairement entre 0,25 & 0,30; l'air ainsi diminué ne souffre plus de diminution par son mélange avec le gas nitreux; il ne trouble pas l'eau de chaux, quand on a employé de la limaille de fer doux bien nette. En lessivant la matière noire de la capsule, on obtient une liqueur manifestement chargée de sulfate de fer.

Le mélange de soufre & de fer doit être préparé à chaque fois, ou du moins conservé dans des vaisseaux bien secs & sans être humecté, autrement il pourroit les faire éclater par l'expansion dont il est susceptible, telle qu'il occupe un espace près de trois fois plus considérable. Cette préparation seroit aussi moins propre pour l'expérience. Il m'est arrivé de faire ce mélange à sec un jour que l'hygromètre de M. de Saussure étoit à 74 degrés; c'est-à-dire, où l'air étoit peu chargé d'humidité; cependant, dès les premiers instans, l'odeur de sulfure manifesta un commencement de réaction. Je me réserve de faire connoître dans la suite de cet article comment l'eau elle-même influe dans la production de ces phénomènes.

Expérience XXV.

J'ai enfermé sur l'eau dans le récipient courbe 4 pouces cubes d'air diminué, autant qu'il étoit possible, par le mélange de soufre & de fer de l'expérience précédente; c'est ce que nous appellerons dans la suite gas azote. J'y ai introduit 10 grains de soufre, & j'ai porté dessous la flamme de la bougie: le soufre s'est fondu, le gas s'est dilaté par la chaleur, mais par le refroidissement il s'est condensé dans le même espace qu'il occupoit précédemment.

J'ai répété cette expérience en ajoutant seulement deux petits morceaux d'oxide de plomb blanc pesant ensemble 14 grains; il y a eu de même augmentation de volume du gas quand j'ai chauffé par la bougie; mais les vaisseaux ayant repris la température de l'air environnant, le gas s'est trouvé occuper 9,17 plus d'espace qu'auparavant, & trois jours après il conservoit encore une augmentation de volume de 0,13, quoiqu'il eût été agité avec l'eau. Celle-ci étoit légèrement chargée de gas acide carbonique, ce que je reconnus en la mêlant à l'eau de chaux qu'elle blanchit foiblement; l'oxide de plomb avoit pris une couleur noire & étoit réduit en partie.

Expérience XXVI.

Ayant fait du sulfure de potasse, comme dans l'expérience XII, c'est-à-dire, par la voie sèche, on en met 100 grains dans un flacon; on verse dessus une once d'acide muriatique affoibli d'un peu d'eau, & on ferme tout de suite le flacon avec un bouchon portant siphon sous un récipient rempli de mercure; il passe à la chaleur de 12 à 13 degrés, 30 pouces cubiques d'un fluide aériforme connu d'abord sous le nom de *gas hépatique*, & qui est véritablement du gas hydrogène sulfureux, comme je le prouverai lorsqu'il sera question d'examiner sa nature & ses propriétés.

Ce gas agit sur l'air & le diminue comme le gas hydrogène phosphoreux (*Expér. XVIII.*), si ce n'est que les signes de la combustion sont bien moins sensibles, parce qu'elle est moins instantanée.

Remarques. Ces huit expériences nous montrent le soufre dans toutes les conditions où il agit manifestement sur l'air, soit seul, soit à l'aide de quelqu'autre substance, & les effets qu'il produit.

On savoit depuis long-temps que le soufre ne brûloit pas sans le concours de l'air; Boyle & Hales avoient bien remarqué que pendant cette combustion l'air étoit sensiblement diminué, mais il restoit encore bien des choses à observer.

La première est la *température* à laquelle il faut porter le soufre avant qu'il s'enflamme; elle doit être bien plus élevée que pour le phosphore, puisque sous nos récipiens il fond & se sublime sans donner des signes d'inflammation. Ce n'est là cependant qu'une condition d'affinité, on le voit en ce que la même chaleur l'allume à l'air libre dans lequel le contact de la portion qu'il altère se renouvelle plus facilement; on le prouve parce qu'il brûle beaucoup plus vite & bien plus complètement dans l'air que nous nommons vital, c'est-à-dire, séparé de la portion que laissent les combustibles; & ce qui achève de le démontrer, c'est l'aptitude qu'il acquiert à diminuer l'air, à se convertir en acide sulfurique, en un mot, à produire tous les phénomènes essentiels de sa combustion, même à un degré inférieur à la température moyenne, quand nous l'avons mis en état de gas azote sulfureux de sulfure, & de gas hydrogène sulfureux. J'ai déjà annoncé (*art. affinité*, *p. 574.*) que le soufre pur, en nature, mis dans un acide chargé par excès de ce que nous appellons air vital, subissoit la combustion lente, ce qui n'arrive pas au phosphore, différence qui dépend nécessairement de l'affinité de ces corps avec la base de l'air vital, modifiée par l'état particulier dans lequel cette base se trouve actuellement. (*Voyez ci-devant page 252.*)

La combustion du soufre donne *chaleur*, je ne sache pas qu'on en ait encore déterminé par expérience la proportion par rapport aux autres combustibles; mais il est aisé de juger qu'elle est très-considérable: lorsque j'ai allumé du soufre dans de l'air fermé par le mercure au moyen d'une bougie dont j'appliquois la flamme à un tube de verre très-fort, il a presque toujours été brisé par la violence de la chaleur & l'ascension subite du mercure. Ce qui est

d'autant plus remarquable, que l'on fait d'ailleurs que 100 grains de phosphore prennent environ 290 pouces cubes d'air, au lieu que 100 grains de soufre n'en prennent que 86; mais il n'est pas ici question de la chaleur produite par des quantités égales de ces combustibles ; cette comparaison ne porte que sur la quantité de chaleur produite par l'absorption d'un pareil volume d'air dans l'une & l'autre des combustions, & nous verrons dans la suite que quoiqu'en général la chaleur rendue sensible soit proportionnelle à la quantité d'air absorbé, cela ne doit s'entendre que relativement aux combustibles de même nature, & dont les résidus de combustion sont absolument semblables.

On ne doit donc pas être étonné qu'une même quantité de soufre donne moins de chaleur quand elle est convertie en gas sulfureux que quand elle est convertie en acide ; indépendamment de ce qu'il y reste du soufre qui n'est pas véritablement brûlé, il est très-probable que le produit gaseux retient une portion de calorique qui le maintient en cet état. La preuve de la présence du soufre non brûlé résulte d'une observation importante de M. Lubbock ; ce Chymiste ayant mêlé de nouvel air au gas sulfureux, dans un récipient où il avoit placé un thermomètre, le vit monter sensiblement & obtint de cette manière la preuve la moins équivoque d'une nouvelle combustion.

Il ne se manifeste point de chaleur pendant la combinaison de l'air avec les sulfures, parce qu'elle s'opère trop lentement ; cependant l'ingénieux Schéele a trouvé le moyen de la distinguer au thermomètre, en formant une pâte d'une forte solution de sulfure de potasse avec de la craie (*Traité du Feu*, §. 51-54.). Pour ce qui est du mélange de soufre & de fer, les progrès sont d'abord peu sensibles, mais sur la fin ils peuvent porter jusqu'à l'inflammation, si la matière est en quantité un peu considérable, comme le prouve l'expérience connue en Physique sous le nom de *volcan artificiel*. Quand ce mélange n'a pas le contact de l'air, M. Crawford remarque très-bien que la chaleur qui se dégage est alors fournie par l'eau (*On animal Heat*, *édit. de 1788*, *page 424*.).

L'augmentation de poids du combustible se démontre d'une manière non équivoque par les expériences XX & XXI, sur-tout par la dernière, qui, étant faite sur le mercure, ne permet pas de soupçonner que le poids acquis soit l'effet de la déliquescence du sulfure & de l'avidité avec laquelle il s'empare de l'eau : j'ai observé la même chose lors même que j'ai placé sous le récipient, en même temps que le sulfure, une lame de fer chargée de potasse calcinée à la manière de M. de Saussure ; l'augmentation de poids du sulfure fut alors un peu moindre, ainsi que je m'y étois attendu, parce qu'à raison de son affinité supérieure, la potasse avoit attiré le peu d'eau tenue en dissolution dans l'air & qui n'avoit pu ainsi se fixer dans le sulfure ; mais celui-ci n'avoit pas moins un excès de poids dans une proportion très-approchée du poids de l'air absorbé. M. Lubbock a cherché à estimer cette augmentation même après la combustion rapide du soufre sous la cloche, comme dans l'expérience XIX (nous dirons bientôt pourquoi il ne réussit qu'en employant de l'air meilleur que l'air commun) ; il trouva que 8 grains de soufre avoient laissé sur les parois du récipient des gouttes condensées, qui, recueillies dans l'eau pure, avoient augmenté son poids de 26 grains, d'où il conclut que 8 grains de soufre en brûlant prennent 18 grains d'air : cette estimation est trop forte, parce que l'Auteur n'a pas tenu compte de la diminution de volume que l'eau éprouve dans ce mélange, de sorte que celle qu'il a cru devoir ajouter pour remplir la même fiole étoit véritablement un poids étranger ; mais d'après ses données, cette erreur se corrige facilement, & le phénomène de l'augmentation est encore assez sensible. Il a été observé dans différens procédés par M. Berthollet, comme je le dirai à l'article *acide sulfurique*, & j'ai tiré de ses expériences la proportion de cette augmentation dans le rapport d'environ 47 d'air pour 100 de soufre.

Il n'y a point d'incertitude sur la *nature des produits* de la combustion du soufre : quand elle est complette, c'est de l'acide sulfurique ; quand il reste du soufre non brûlé, l'acide sulfurique en retient une portion, c'est ce qui constitue le gas sulfureux & l'acide sulfureux. Le célèbre Priestley, dans le temps de ses premiers travaux sur l'air, étoit étonné que cette combustion ne précipitât pas *la partie fixe de l'air*, & il ne concevoit pas pourquoi, sans troubler l'eau de chaux, elle l'altéroit au point qu'elle ne blanchissoit plus par la respiration (*part. 1, sect. 11*). Aujourd'hui cela s'explique facilement, puisque l'eau de chaux est tout simplement décomposée par l'acide minéral. On sait d'ailleurs que cette combustion ne laisse jamais d'acide carbonique, lorsque les matières sont pures ; MM. *Lubbock* & *Gren* ont employé les moyens les plus propres à le découvrir, & ils n'en ont pas apperçu la moindre trace ni dans la vapeur condensée, ni dans le résidu gaseux. Une seule de nos expériences nous a donné des marques de la présence de ce gas acide, c'est l'expérience XXV, mais on formeroit bien inutilement des conjectures sur sa production dans l'opération, puisqu'il y a en même temps de l'oxide de plomb ; j'ai déja remarqué qu'il en étoit rarement exempt ; on peut aisément s'en convaincre en le dégageant par un acide quelconque.

Dans la plupart de ces combustions vives ou lentes du soufre, il y a *diminution* assez marquée du volume de l'air, dans quelques-unes cependant elle a été peu sensible ou du moins dans une proportion bien inférieure à la quantité que les autres combustibles nous font juger susceptible de la même combinaison. M. Lubbock a très-bien décrit ce phénomène, & il en a préparé l'explication en annonçant que l'introduction de nouvel air sous le récipient faisoit reparoître les vapeurs & occasionnoit pour-lors une diminution considérable. L'odeur qu'exhale l'air dans lequel on a ainsi allumé le soufre suffit pour

pour annoncer qu'il n'est plus le même & qu'il a subi quelque altération. Est-ce du gas acide sulfureux qui s'y est formé? l'analogie de l'odeur ne permet pas d'en douter, & même la diminution de cet air avec le gas nitreux, que nous avons observée dans l'expérience XIX, en fournit une nouvelle preuve; car il est bien certain que ce n'est pas comme air commun qu'il a agi cette fois sur le gas nitreux, puisqu'il est incapable de servir à aucune combustion, mais bien comme gas acide sulfureux qui a réellement la propriété de décomposer le gas nitreux, ainsi que nous le dirons ailleurs d'après les expériences de M. Priestley.

Cependant le gas acide sulfureux est très-promptement absorbé par l'eau, & l'air dans lequel on a allumé le soufre conserve presque la totalité de son volume sur l'eau; d'autre part, le gas acide sulfureux est également absorbé par le charbon, & l'expérience XXI nous a appris que le charbon ajouté rendoit seulement la diminution beaucoup plus manifeste, sans néanmoins la rendre complette, c'est-à-dire correspondante à la quantité que l'air commun peut fournir à la combustion: on étoit donc en droit de demander si, à l'aide de la chaleur, le soufre pouvoit prendre la forme gaseuse dans un état distinct du gas acide sulfureux; l'expérience XXV me paroît donner la solution directe de cette difficulté, car l'air déjà diminué ou le gas azote, dans lequel la combustion s'est faite à la faveur de l'oxide de plomb, n'a pu par lui-même changer de volume quand il a été ramené à la même température; l'augmentation de volume observée n'a pu venir conséquemment que du gas sulfureux formé d'une portion de soufre & de l'oxigène que le plomb lui a cédé; & le gas acide s'étant uni au gas azote par un degré quelconque d'affinité, son absorption par l'eau a été empêchée ou du moins considérablement retardée.

Ainsi quand le gas acide sulfureux, produit de quelque manière que ce soit par la combustion, rencontre d'autres gas avec lesquels il a quelque affinité, tels que les gas azote & hydrogène, il s'y dissout dans la forme élastique, & le volume en est augmenté comme dans l'expérience XXV, ou, ce qui est la même chose, il remplace en partie l'air absorbé, si la combustion a été opérée dans l'air commun. C'est absolument le même phénomène que celui dont j'ai déjà fait mention en traitant de la combustion du phosphore, avec cette différence remarquable que le phosphore une fois allumé dans l'air pur ou exempt de gas azote, y brûle tant qu'il peut suffire à sa combustion; au lieu que l'inflammation du soufre s'arrête d'elle-même, tandis qu'il reste encore du soufre & de l'air; cela est si vrai, que l'inflammation peut être renouvellée, non pas autant de fois qu'on le juge à propos, comme Hales l'avoit cru, mais jusqu'à un certain point, comme l'a éprouvé le Dr. *Priestley*, qui avertit en conséquence qu'il ne faut pas assimiler pour l'effet sur l'air la combustion du soufre une fois allumé, avec celle que l'on entretient par le foyer d'une lentille (*première part. sect. II.*). M. *Gren*, dont j'aime à citer les observations à cause de l'exactitude qu'il met dans ses récits, & parce que ses opinions ne peuvent rendre son témoignage suspect, a également vu que l'*air déphlogistiqué* dans lequel le soufre s'étoit éteint sur le mercure allongeoit encore la flamme d'une chandelle, lorsqu'il eut fait absorber le gas sulfureux par l'eau chaude (*Versuch 22*).

Toutes ces circonstances indiquent sans doute que la condition d'une température plus élevée, que le soufre exige pour sa combustion, est ici pour beaucoup; mais j'avoue qu'il n'est pas plus aisé d'expliquer pourquoi le gas sulfureux n'agit pas aussi efficacement sur la portion d'air pur qui reste avec lui dans le récipient que sur l'air nouveau que l'on y introduit: ne pourroit-on pas soupçonner que le gas sulfureux reste adhérent à une portion du soufre qui se sublime avec lui au premier instant; que ce composé a dans son état d'aggrégation une affinité particulière avec l'air lui-même sous sa forme élastique; enfin que cette affinité est vaincue par celle du soufre sur la base de l'air, quand celui-ci se trouve en quantité suffisante pour produire une dissolution plus étendue du gas sulfureux tenant soufre & affoiblir ainsi son aggrégation? La principale différence du phosphore au soufre dans cette opération se réduiroit donc à ce que la masse non brûlée du premier retient à elle le gas phosphoreux, tandis que c'est au contraire le gas sulfureux qui emporte avec lui une portion du soufre qui n'a pas souffert la combustion. Si cette étiologie n'est pas rigoureusement démontrée, je ne vois du moins aucune cause plus probable, ni qui se concilie mieux avec tous les faits.

Ce que j'ai dit, à l'occasion du gas hydrogène phosphoreux, que la décomposition de l'eau pouvoit contribuer à sa production sans le secours d'aucun fluide aériforme, s'applique aussi dans quelques circonstances à la génération du gas hydrogène sulfureux; ce qui sera développé en son lieu.

Expérience XXVII.

Sur un support fixé au fond d'une cuvette dont le fond est couvert d'eau, on place un *charbon de bois* bien allumé, & on renverse promptement dessus un grand récipient de verre rempli d'air athmosphérique, de manière que l'orifice de ce vaisseau soit enfoncé sous l'eau. La dilatation causée par la chaleur fait sortir au premier instant quelques bulles d'air; le charbon noircit, s'éteint en très-peu de temps; l'eau commence à remonter dans le récipient, & au bout de quelques heures, elle occupe environ le cinquième de la capacité totale du récipient. Cette eau se trouve avoir acquis la propriété de troubler sur-le-champ l'eau de chaux.

Expérience XXVIII.

Au lieu de porter sous le récipient le charbon allumé, ce qui ne permet pas de déterminer exacte-

ment le volume de l'air qu'il doit renfermer, on met quelques morceaux de charbon bien fec dans une petite capfule de verre établie fur un fupport ou fufpendue à la partie fupérieure du récipient; on élève l'eau de quelques pouces dans l'intérieur, en faifant fortir une portion de l'air; on marque en dehors le point de cette élévation, & on fait tomber fur le charbon le foyer d'une lentille : il s'allume, la chaleur fait baiffer l'eau, mais le charbon s'éteint bientôt; les rayons du foleil raffemblés par le verre ardent ne peuvent le rallumer, l'eau remonte affez rapidement au point où elle étoit; elle continue enfuite de s'élever plus lentement, & au bout de quelques heures, il y a diminution d'environ $\frac{1}{4}$ de l'air renfermé. L'eau du récipient donne également, avec l'eau de chaux, des fignes de la préfence d'un peu d'acide carbonique.

Expérience XXIX.

La même expérience répétée avec l'appareil au mercure laiffe encore mieux appercevoir tout ce qui fe paffe dans cette combuftion. Quand le charbon a été une fois enflammé & qu'il s'eft éteint fpontanément, la lentille ne peut plus le rallumer; & fi l'on laiffe les vaiffeaux revenir à la température de l'appartement, le mercure ne paroît pas remonter fenfiblement au deffus du point où il étoit avant la combuftion, de forte que l'on feroit tenté de croire que l'air n'a pas été diminué; mais qu'on introduife fous le récipient de l'eau de chaux, de la diffolution de potaffe, de l'ammoniaque cauftique, ou, à l'exemple de M. Lubbock, du gas ammoniacal dont l'effet eft encore plus fubit, le mercure s'élève dans le récipient, le charbon peut être de nouveau enflammé par le foyer de la lentille; & fi l'on continue ces opérations alternatives jufquà ce que le charbon refufe abfolument de prendre feu, on trouvera, toute réduction faite, que l'air commun eft diminué d'un peu plus d'un quart.

L'eau de chaux ou les alkalis fe feront chargés d'acide carbonique qu'il fera facile de reproduire fous la forme gafeufe, en le dégageant par un acide plus puiffant.

La portion d'air reftée dans le récipient ne pourra plus fervir à la combuftion; elle donnera à peine 0,04 d'abforption par fon mélange avec partie égale de gas nitreux.

Remarques. Quoique la combuftion du charbon foit un des phénomènes dont l'obfervation eft le plus familière, on voit néanmoins que ce n'eft qu'en l'opérant en vaiffeaux clos & avec les précautions convenables, qu'on parvient à faifir les circonftances qui l'accompagnent effentiellement.

Le charbon ne s'allume ou ne commence à agir fur l'air qu'à une *température* affez élevée : j'ai déjà dit qu'on pouvoit l'eftimer à 150 degrés du thermomètre de Réaumur, parce que j'ai vu plufieurs fois des charbons s'allumer, fans contact de matière embrafée, dans une athmofphère échauffée à peu près à ce degré par le voifinage d'un fourneau. Il en eft de même d'un grand nombre de fubftances plus ou moins compofées que l'on place communément dans la claffe des combuftibles, & qui doivent au moins en partie cette propriété au charbon, telles que les huiles, les réfines, l'alcohol, &c. Toutes exigent une première étincelle; il eft néanmoins très-poffible que le principe charbonneux foit préfenté à l'air dans une telle condition que la combinaifon fe faffe fpontanément à une température très-inférieure : je crois l'avoir fuffifamment prouvé dans mes remarques fur les expériences X & XI à l'occafion de l'inflammation des pyrophores. Les obfervations fuivantes viennent à l'appui de la conclufion que j'en ai tirée, que cette condition n'eft autre que l'extrême divifion, ou, pour mieux dire, la défaggrégation des molécules du principe charbonneux, & quelquefois fa diffolution dans une portion de gas hydrogène qui favorife le contact de l'air. Le minéral connu fous le nom de *plombagine* eft un vrai charbon, puifqu'il peut de même être converti prefque en totalité en acide carbonique par des moyens appropriés pour le combiner avec la bafe de l'air vital; mais il eft manifeftement dans un état de plus forte aggrégation, il réfifte auffi bien davantage à l'inflammation. Le charbon lui-même fe rapproche très-fort de cet état dans certaines circonftances : il y a quelques années voulant préparer avec M. Tennant des charbons pour l'ufage du chalumeau, nous imaginâmes de les tenir long-temps à un feu violent dans un creufet bien fermé, pour les priver de l'humidité que nous foupçonnions être la caufe de leur décrépitation; nous vîmes très-diftinctement qu'ils n'entretenoient pas d'eux-mêmes à l'air libre une chaleur capable de propager la combuftion; qu'ils rougiffoient fous le dard du chalumeau prefque fans fe confommer; fans doute parce que l'expulfion de l'hydrogène par la violence du feu avoit occafionné le rapprochement des parties propres du charbon. J'avois déjà annoncé quelques obfervations analogues dans les Mémoires de l'Academie de Dijon (*ann. 1783, 1er. fem. p. 76*). Enfin, s'il eft vrai de dire que la production d'un même compofé fuppofe abfolument le concours des mêmes parties compofantes, il n'eft pas poffible de douter que la refpiration des animaux ne foit un phénomène dépendant du carbone ou charbon pur fur l'air, puifqu'il difparoît également une partie de ce fluide dans l'opération, & qu'il en réfulte une quantité confidérable de gas acide carbonique; il faut donc ici que l'affinité foit rendue efficace par quelque condition qui fupplée à l'élévation de température; on trouvera à l'article *acide carbonique* des expériences qui prouvent que le fang récemment tiré de l'animal & mis en contact avec l'air, le diminue de la même manière & en laiffant les mêmes produits que la refpiration. (*Voyez ci-devant page 97.*)

Pendant la combuftion du charbon, il fe dégage une quantité de *chaleur* non-feulement capable de

soutenir la température qu'elle exige, mais encore d'atteindre les corps environnans & d'y laisser des traces très-sensibles de son action. MM. *Lavoisier* & *de La Place* ont placé des charbons allumés du poids d'une once, sur un petit vase de terre dans un cylindre entouré de glace, ils ont entretenu la combustion de ces charbons par un soufflet, ils s'y sont consumés en 32 minutes, & il s'est trouvé 6 livres 2 onces de glace fondue (*Mém. de l'Acad. roy. des Sciences, ann. 1780, p. 379*). Il ne faut pas perdre de vue ce que j'ai déjà observé d'après ces illustres Académiciens, que la chaleur nécessaire pour fondre une livre de glace élève la température d'une livre d'eau de zéro à 60 degrés de notre échelle thermométrique.

Cette expérience a été répétée par M. *Crawford*, dans un appareil où il emploie l'eau au lieu de la glace pour mesurer la chaleur communiquée, & il a trouvé que 56 gr. (*anglois*) de charbon bien sec produisoient pendant leur combustion une chaleur capable d'élever de 3,2 degrés du thermomètre de Farenheit, la température d'une masse d'eau de 31 livres 7 onces, d'où il a tiré par le calcul, en suivant la méthode de Richman, que $\frac{1}{2}$ dragme ou 36,6 grains (*françois*) de charbon fournissoient en brûlant 17,1 degrés de chaleur au thermomètre de Farenheit, & 7,6 à l'échelle de Réaumur (*on animal Heat, &c. p. 338 & 351*). Ce résultat ne s'accorde pas entièrement avec celui qui précède, mais il est possible, comme l'observe M. Crawford, que cette différence vienne au moins en partie de la qualité du charbon.

Si la quantité du principe charbonneux varie dans les différens charbons, on concevra encore plus facilement cette variété dans les combustibles plus composés que l'on place avec raison dans cette classe, puisque ce principe, comme je l'ai déjà dit, n'en fait qu'une partie. Tels sont l'huile, le suif, la cire: M. Crawford a déterminé pareillement la quantié de chaleur qu'un poids égal de ces matières pouvoit communiquer dans les mêmes circonstances à la masse d'eau de son appareil; il l'a trouvée de 24,2 degrés (de Farenheit) pour la cire; de 24 pour le suif; & de 22,3 pour la meilleure huile de lampe. Ces quantités étant toutes plus considérables que celle fournie par le même poids de charbon, il en résulte nécessairement que ces matières recèlent encore un autre principe combustible; car la supposition contraire nous conduiroit à la conséquence absurde qu'une plus petite quantité de matière peut produire à un plus haut degré l'effet qui lui est propre. Mais nous aurons bientôt la preuve de l'existence de cet autre combustible, dont j'ai annoncé que le charbon le plus pur n'étoit pas lui-même exempt, & qui nous servira aussi, dans l'explication de la respiration des animaux, à retrouver la balance des produits avec les quantités d'air altéré. Ces quantités étant rapportées à une mesure commune (comme de 100 onces mesures ou 160,09 pouces cubes françois), M. Crawford conclut de ses observations que les *degrés* de chaleur fournis par la cire, par le charbon & par la respiration d'un cochon d'Inde sont :: 21 : 19,3 : 17,3. MM. Lavoisier & de la Place avoient trouvé que la quantité de 10,38 onces de glace fondue représentoit la chaleur produite par la respiration d'un pareil animal durant dix heures, en réduisant le résultat de leur expérience par la comparaison de la quantité de gas acide carbonique produite lors de la combustion du charbon même.

Le poids acquis par la matière qui a souffert la combustion, la *diminution* proportionnelle du volume de l'air dans lequel on l'a opérée, & la *nature du produit* sont trois points bien importans, sur lesquels il me paroît néanmoins très-difficile aujourd'hui de conserver le moindre doute.

Ce n'est plus ici le combustible qui augmente de poids, comme dans la combustion des métaux, du soufre, &c. Au contraire il y a déchet, & il est d'autant plus considérable que le charbon est plus pur; c'est-à-dire, que le produit de la combustion ne se réunit pas à ce qui reste du combustible, qu'il ne s'en fixe qu'une très-foible portion dans la cendre qu'il laisse; mais la forme gaseuse de ce produit ne fait qu'en changer le volume sans en diminuer le poids absolu; ce poids se retrouve donc dans le gas acide carboniqne, & nous avons vu qu'il étoit facile de le déterminer en le faisant absorber par les alkalis ou par la chaux. MM. *Lavoisier*, *de la Place* & *Meusnier* ont fait un grand nombre d'expériences pour découvrrir la quantité d'air qui est consommée pendant la combustion du charbon, & le résultat moyen d'un grand nombre d'opérations, par différens procédés, a été que 28 parties en poids de carbone ou de matière charbonneuse pure, décomposoient environ 72 parties d'air vital; ce qui indiquoit en même temps la composition de l'acide gaseux qui en étoit le produit & dont le poids correspondoit en effet à ces quantités (*Acad. roy. des Sciences, ann. 1781, page 448*).

M. *Lubbock* a conclu de ses expériences des proportions un peu différentes, mais il ne paroit pas qu'il ait pris, comme les Académiciens de Paris, la précaution de dessécher le charbon qu'il employoit, ni même qu'il ait fait la réduction des volumes apparens à une température & une pression uniformes; il n'en faut pas davantage pour expliquer ces disparités & toutes celles que l'on peut rencontrer dans de semblables observations, dès que l'on a négligé une seule des conditions essentielles du procédé. Il faut remarquer que malgré cela, les calculs de M. Lubbock démontrent encore la formation de l'acide carbonique.

M. *Priestley* donné, dans son dernier volume, un calcul, suivant lequel le gas acide carbonique est composé de 0,697 d'air pur & de 0,303 de charbon qu'il suppose n'être, à très-peu de chose près, que du phlogistique. M. *Crawford* qui paroît avoir opéré avec beaucoup d'exactitude, qui assure avoir multiplié les expériences, s'écarte bien davantage des

résultats de M. Lavoisier : il donne, dans sa dernière édition, pour terme moyen 28,34 grains d'acide carbonique produit de la combustion de 12,5 grains de charbon & de 22,55 grains d'air pur consommé (*page 348*). Je n'entreprendrai pas de décider quelle est entre toutes les causes possibles celle qui a produit une différence aussi considérable ; mais on s'apperçoit au premier coup d'œil que dans cette évaluation de M. Crawford, il y a sur le charbon un déchet presque double de celui dont il a fait état dans la composition de l'acide gaseux : & cette seule circonstance peut faire juger que le charbon qu'il a employé n'avoit pas été exposé à une chaleur suffisante pour le dépouiller au même degré d'hydrogène ; d'où il sera arrivé que l'air pur que celui-ci a dû s'approprier, étant mal à propos ajouté à la portion combinée avec le charbon aura doublement changé le rapport des ingrédiens de cette composition, comme je l'indiquerai plus amplement dans la suite. Pour moi, il m'est impossible de douter de ce que j'ai vu, M. Lavoisier ayant eu la complaisance de répéter en ma présence son expérience en 1786 ; & l'ayant moi-même exécutée depuis dans les Cours publics de l'Académie de Dijon, sans appercevoir de variations capables de changer sensiblement les rapports indiqués.

J'ai eu soin de faire remarquer qu'aucun des combustibles dont nous avons jusqu'à présent suivi l'action sur l'air, ne donnoit de gas acide carbonique ou air fixe ; lorsqu'il sera question des opérations dans lesquelles on emploie l'air vital lui-même ou ses principes dans un état différent, j'examinerai quelques faits dont MM. Priestley, Kirwan, Hermstadt, &c. se prévalent pour soutenir que la base de cet acide n'est que le phlogistique ou le gas hydrogène modifié ; il me sera facile de faire voir qu'on l'obtient toujours avec le charbon, qu'on ne l'obtient jamais qu'avec des matières qui tiennent du charbon & en proportion de ce qu'elles en recèlent ; je ferai distinguer en même temps les produits soit de la petite quantité d'hydrogène que retient le charbon, soit de l'eau dont il est si difficile de le priver sans combustion : je dois me borner en ce moment aux conséquences directes des expériences décrites. J'observerai seulement que ceux mêmes qui, comme M. *Gren*, admettent encore l'acide préexistant & tout formé dans le charbon, sont pourtant forcés de reconnoître que quand on le distille seul, il ne donne que des quantités de gas hydrogène & d'acide carbonique, qui n'ont aucun rapport avec sa masse ; que quand on le brûle en vaisseaux clos, il y a constamment diminution, ou, pour mieux dire, disparution totale d'une partie de l'air renfermé (1). En un mot, s'il pouvoit rester quelque doute sur la production du gas acide carbonique par la combustion du charbon, ou sur la présence de ce dernier en nature dans cet acide, il faut qu'il disparoisse devant la preuve arithmétique déjà opposée par plusieurs Chymistes & que je trouve ainsi présentée dans l'Ouvrage de M. Crawford : il est de toute impossibilité que le gas acide carbonique vienne du charbon seul, puisqu'il en excède le poids ; il est également impossible qu'il vienne de l'air seul, puisqu'il excède encore le poids de celui qui a disparu ; cet excès ne peut être attribué à une portion d'eau qui se réuniroit à l'acide, puisqu'on a le même excès quand on opère sur le mercure ; donc l'acide est formé de l'air uni à un principe fourni par le charbon. M. *Priestley* a lui-même reconnu l'évidence de cet argument (*Continuation, &c. tome 3, sect. XIV.*).

Le *gas résidu*, ou ce qui reste de fluide aériforme après la combustion du charbon dans l'air commun est en général de même nature que cet air diminué par tout autre combustible, en ce qu'il ne peut plus servir ni à la combustion ni à la respiration ; cependant il est toujours mêlé d'un peu d'air commun qui a échappé au contact de la matière enflammée. Si le charbon n'a pas été tenu auparavant au grand feu en vaisseaux fermés, ou qu'on lui ait laissé reprendre de l'humidité, on trouve encore sous le récipient du gas hydrogène, ainsi que M. *Priestley* l'a observé il y a long-temps (*tome 1, section VII*). Ce gas hydrogène charbonné est probablement ce qui en rend la vapeur si pernicieuse ; je croyois en avoir eu le premier l'idée, mais elle n'a pas échappé à l'illustre Schéele qui s'est également assuré de la réalité de *cette subtile dissolution* du charbon dans le gas hydrogène dégagé pendant la combustion des charbons, dissolution qui ne fut pas décomposée par le lait de chaux, & dont il sépara ce principe en quantité sensible par la détonnation du gas. (*Traité du Feu, édit. fr. p. 249.*)

Expérience XXX.

Au nombre des substances les plus simples, les plus essentiellement combustibles, les Physiciens admettent présentement ce fluide gaseux qui se dégage en diverses opérations chymiques, que l'on a d'abord nommé air inflammable, auquel nous avons cru devoir approprier la dénomination plus caractéristique de *gas hydrogène* ; son action sur l'air mérite toute notre attention.

On prépare du gas hydrogène très-pur à la manière ordinaire ; c'est-à-dire, en faisant dissoudre du fer ou du zinc dans de l'acide sulfurique affoibli au point que sa pesanteur spécifique ne soit plus à celle de l'eau que dans le rapport de 11 à 10, ou à peu près.

Ce gas ayant été reçu ou transvasé dans un récipient rempli de mercure, on y introduit une pe-

(1) *Crell, Beytrage, &c. tome 2, part. 3, pag. 328 & suiv.* M. Gren ayant traité à la cornue 120 grains de charbon, & poussé la distillation au feu le plus violent, n'en obtint que 1,565 pouce cube de gas acide carbonique, & 1 pouce cube de gas hydrogène.

tite capsule dans laquelle on a mis de l'amadou & environ $\frac{1}{4}$ de grain de phosphore; on porte sur le phosphore (en le passant rapidement à travers le mercure) un fer un peu gros, courbé en *S*, que l'on a fait rougir auparavant: le phosphore touché du fer chaud se fond à l'instant, mais il n'y a aucune inflammation.

Il en est de même de quelque manière que l'on tente d'allumer le gas tandis qu'il est seul, soit en y faisant bouillonner & sublimer du phosphore dans le récipient cornu par l'application de la bougie, soit en dirigeant le foyer de la lentille sur du phosphore, du soufre, du charbon ou tout autre combustible disposé pour cela sous la cloche qui le contient, soit en y faisant passer l'étincelle électrique de la manière qui sera décrite dans l'expérience XXXIII. M. *Priestley* y a brûlé de la poudre à canon par le moyen d'un verre ardent, elle y a détonné tout-à-fait librement, mais elle a laissé le gas tel qu'il étoit auparavant (*Exp. &c. part. 2, sect. 7*). Il est bon d'être prévenu qu'il y auroit un très-grand danger à répéter cette expérience, s'il se trouvoit en même temps de l'air commun dans les vaisseaux.

Expérience XXXI.

Après avoir rempli une bouteille du même gas, également pur, on la bouche en mettant le doigt sur l'orifice, & l'ayant ainsi retirée de la cuve pneumatique, on lève le doigt & on lui présente sur-le-champ une bougie allumée; le gas s'allume, on voit la flamme descendre successivement dans la bouteille; & si, avant qu'elle ait cessé, on plonge le col de la bouteille dans l'eau ou dans le mercure, ces fluides y rentrent presque instantanément & en remplissent une partie. Le gas résidu n'est plus que cette partie de l'air commun qui ne sert pas à la combustion, mêlé d'un peu de gas hydrogène qui n'a pas été consumé.

La flamme n'est pas nécessaire pour allumer ce gas: M. *Volta* l'a allumé avec le fer rouge, avec l'étincelle du briquet; j'ai laissé tomber dans un petit ballon qui en étoit rempli, un charbon encore ardent mais très-avancé & presque cendreux, l'inflammation a été subite au point de faire éclater le ballon & de rejeter le charbon à plus de deux pieds de hauteur.

Cette expérience prouve que ce n'est qu'au moyen du contact de l'air commun que ce gas peut être allumé. Elle s'exécute de bien d'autres manières: on remplit de ce gas une grande cloche de verre ou récipient portant à sa tubulure un robinet surmonté d'un ajutage droit ou courbé; on comprime le gas en abaissant le récipient au dessous du niveau de l'eau dans la cuve; on ouvre alors le robinet, & on présente la flamme d'une bougie à l'extrémité de l'ajutage; le gas s'allume à l'instant & forme ce qu'on a nommé *chandelle philosophique*, qui dure tant qu'il reste du gas & qu'on le force à sortir en descendant le récipient sous l'eau.

Une vessie ficelée sur un robinet, ou tout simplement sur un petit tube de verre & dont on fait sortir le gas en la pressant, suffit pour la démonstration de ce phénomène. Pour remplir la vessie, on l'adapte à un récipient tubulé (*Voyez fig. 3 des appareils pour les gas*); mais il ne faut pas perdre de vue ce que j'ai dit précédemment, que les vessies sont sujettes à recevoir & à transmettre insensiblement les fluides aériformes par leurs pores, de sorte qu'il pourroit y avoir du danger si l'on tardoit à exprimer une vessie ainsi chargée.

On a imaginé un autre appareil plus commode, mais aussi plus dispendieux, connu sous le nom de *lampe à air inflammable*, & dont je donnerai une plus juste idée en le nommant *globe à comprimer les gas*. S'il ne servoit qu'à cette expérience, je pourrois bien le laisser dans la classe de ceux qui ne font qu'ajouter au luxe des cabinets, mon intention étant de faciliter à tout le monde la pratique de ces opérations & d'indiquer en conséquence les moyens les plus simples; mais le globe à comprimer les gas est d'un usage assez général, j'ai déjà fait mention de quelques cas où il est difficile de s'en passer (*Voyez ci-devant pages 673 & 681*). Il ne sera donc pas inutile d'en donner la description, quand ce ne seroit que pour faire connoître le principe d'après lequel il est construit à ceux qui voudroient lui donner une forme plus économique.

A (*fig. 38 des appareils pour les gas*) est un globe de verre à deux goulots, l'un desquels est mastiqué dans la douelle qui termine le pied de cuivre B. Ce pied est vuidé intérieurement en entonnoir, dont il doit faire fonction quand le robinet R est ouvert; ce robinet doit être assez gros pour laisser descendre l'eau en même temps que le gas monte; il est avantageux de pratiquer à la clef de ce robinet une issue pour vuider d'air le pied quand on l'enfonce dans l'eau de la cuve.

C est un très-grand entonnoir de verre réuni au globe par la garniture D qui porte aussi un robinet *e*; l'entonnoir se prolonge intérieurement jusqu'à la partie inférieure du globe par le moyen du petit tube *t*, que l'on fait ordinairement de métal & qui seroit encore mieux de verre.

F est un tuyau de métal communiquant dans l'intérieur du globe & portant à son extrémité un troisième robinet *g* terminé par un ajutage d'un très-petit diamètre.

H est un appareil électrique composé à l'ordinaire de petits conducteurs de métal; l'un des deux est isolé par un support de verre.

Le globe ayant d'abord été rempli d'eau, on le place sur la table de la cuve, on fait sortir l'air commun du pied; & les robinets *e* & *g* étant bien fermés, on ouvre le robinet R pour y faire passer le gas hydrogène. Le robinet inférieur étant refermé & l'entonnoir C rempli d'eau dans toute sa hauteur, on ouvre à la fois les deux petits robinets *e* & *g*, le gas comprimé par l'eau s'échappe par le bout de l'ajutage; on l'allume alors facilement, soit par l'approche de

quelque corps enflammé, soit en faisant passer l'étincelle électrique dans le jet de ce gas au moyen d'une bouteille de Leyde ou de l'électrophore de M. Volta; la flamme continue tant qu'il reste du gas dans le globe & que l'on tient les deux robinets supérieurs ouverts.

On doit avoir attention de refournir de l'eau dans le vaisseau supérieur, non-seulement pour entretenir une égale pression, mais encore parce que l'eau venant à manquer, l'air commun s'introduiroit dans le globe & occasionneroit une explosion dangereuse. En général les expériences sur ce gas exigent beaucoup de prudence. Cet instrument sert très-bien à transvaser au mercure des gas reçus à l'eau sans y porter de l'humidité; il suffit pour cela d'enlever l'appareil électrique & d'adapter au robinet *g*, en place de l'ajutage, un siphon de verre courbé à la manière ordinaire pour s'enfoncer dans la cuve hydrargiro-pneumatique. Il arrive quelquefois que l'entonnoir étant plein d'eau & les robinets ouverts, l'air ou les gas renfermés dans le globe refusent de sortir par le siphon; c'est que la petite colonne de mercure au dessus du bec du siphon fait équilibre à la force comprimante de l'eau: on le fait cesser en élevant le siphon ou en abaissant le niveau de la cuve.

Expérience XXXII.

On remplit une bouteille d'air commun & de gas hydrogène, observant qu'il y ait environ les deux tiers d'air commun; on retourne la bouteille en tenant le doigt sur son orifice, & on lui présente un corps enflammé; on ne voit plus descendre la flamme par degrés dans la bouteille; l'inflammation est totale & instantanée, ou plutôt c'est une véritable explosion avec bruit semblable à celui d'un coup de pistolet.

Ces phénomènes annoncent déjà une action bien marquée de ce gas sur l'air; mais ce n'est pas assez de la juger, il faut encore la mesurer, en déterminer les effets; ce qui ne peut se faire qu'en opérant en vaisseaux clos: les expériences qui suivent en exposent les procédés.

Expérience XXXIII.

On met dans un petit matras ou dans une fiole à médecine les matières que j'ai indiquées pour produire le gas hydrogène; on ferme ce matras avec un bouchon portant siphon courbé de manière qu'étant suspendu au bord de la cuve pneumatique par sa courbure supérieure, sa courbure inférieure soit à environ deux pouces au dessous du niveau de l'eau, & son extrémité à 4 ou 5 pouces au dessus. Quand la plus grande partie de l'air du vaisseau a été expulsée par le gas, on présente une bougie allumée à l'extrémité du siphon, & sur-le-champ on le couvre d'une grande cloche de verre remplie d'air commun, en enfonçant cette cloche un peu au dessous du niveau de l'eau: la flamme subsiste tant qu'il reste de l'air capable de l'entretenir; cette combustion est accompagnée d'une très-forte chaleur; au lieu d'une augmentation de volume par la production du gas hydrogène, on trouve l'air commun diminué d'un peu plus d'un cinquième; & ce qui reste de fluide aériforme n'est plus qu'un gas nuisible aux animaux & éteignant la chandelle, mêlé seulement d'une très-petite quantité d'air qui a échappé à l'action du combustible.

Ce procédé bien simple, que l'on doit à M. *Warltire*, rend déjà plus sensibles quelques-uns des principaux phénomènes de cette combustion; je ne m'arrêterai pas à observer qu'on l'exécuteroit encore plus commodément avec le globe à comprimer précédemment décrit, & qu'il donneroit la facilité de mesurer en même temps la quantité de gas qui auroit servi à entretenir la flamme jusqu'au moment de son extinction spontanée: je viens tout de suite aux expériences dans lesquelles on a su réunir toutes les conditions nécessaires pour distinguer tous les effets.

Expérience XXXIV.

L'instrument représenté *fig. 39 des appareils pour les gas* est ce qu'on nomme *eudiomètre de M. Volta*, parce qu'il sert à déterminer la qualité de l'air & que ce Physicien en est l'inventeur.

A est un cylindre de verre de 8 à 9 pouces de hauteur, de 20 à 24 lignes de diamètre, qui doit avoir 4 à 5 lignes d'épaisseur pour être en état de résister à l'explosion du mélange d'air & de gas hydrogène. Ce cylindre est solidement mastiqué des deux bouts dans des viroles de cuivre portant robinets. Celui du bas B se visse dans un pied de métal C qui est intérieurement creusé en entonnoir; la clef de ce robinet est forée pour porter au dehors l'air renfermé sous cet entonnoir, & le bouton à vis *i* portant platine garnie de cuir gras sert à intercepter cette communication, quand il le faut. Le robinet supérieur D reçoit également à vis la coupe de métal E; au fond de cette coupe est une virole à écrou dans lequel se fixe la virole mastiquée sur le tube de verre F terminé en boule.

G est un petit conducteur électrique isolé par un fourreau de verre & par de la cire d'Espagne, & formant crochet dans l'intérieur pour porter l'étincelle de son extrémité à la garniture de métal.

h est une lame de métal graduée suivant une mesure donnée. Le tube supérieur F porte une semblable échelle, si ce n'est que ses degrés sont des sous-divisions de mesure.

On a, pour l'usage de cet instrument, différentes mesures, mais qui doivent toutes se rapporter à un nombre connu & proportionnel des degrés de l'échelle. Ces mesures sont formées d'un tube de verre A fermé par un bout (*fig. 40*) qui est mastiqué dans la pièce de cuivre B légèrement évasée par le bas; cette pièce porte une coulisse C dans laquelle glisse la lame de métal D pour ouvrir & fermer à volonté le tube qui forme proprement la mesure, & dont

la capacité se trouve ainsi constamment déterminée.

Pour se rendre encore plus maîtres de varier les proportions du mélange, quelques-uns ajoutent à cet appareil un *robinet à bulles*, c'est-à-dire, un robinet dont la clef n'est point percée, mais dans laquelle on a seulement pratiqué deux cavités opposées, parfaitement égales entre elles, & en rapport avec quelques sous-divisions des degrés de l'échelle; de sorte que chaque demi-tour de clef transporte du dedans du cylindre au dehors une portion du fluide qu'il contient, & introduit en même temps un semblable volume du gas que l'on a fait passer sous le pied de l'instrument.

On remplit d'eau le cylindre A; on fait sortir l'air du pied soit en enlevant le bouton *i* & enfonçant en même temps cette partie de l'instrument un peu au dessous du niveau de l'eau dans la cuve, soit en ouvrant successivement les deux robinets B & D, de manière que l'air de l'entonnoir placé sur la table de la cuve s'élève d'abord dans le cylindre, & en soit ensuite expulsé par l'eau que l'on ajoute dans la coupe ou bassin supérieur E.

Cela fait, & le robinet du haut étant fermé, on fait passer dans l'entonnoir des quantités connues de gas hydrogène & d'air commun, par exemple, une mesure du premier & deux du second, ce qui est facile au moyen de la mesure à coulisse; celle dont je me sers est de 1,33 pouce cube de capacité. Pour prendre ces mesures exactes, il faut avoir attention 1°. de ne fermer la coulisse que quand le fluide aériforme que l'on veut mesurer a fait baisser l'eau au dessous du niveau de son chassis; 2°. de laisser auparavant dissiper la chaleur que la main auroit pu communiquer à ce petit vaisseau; 3°. enfin de retourner la mesure, la coulisse étant fermée, pour faire sortir l'excédent.

Ces trois mesures ainsi introduites dans le cylindre, on ferme le robinet du bas, on essuie le petit conducteur G, & on l'approche du conducteur d'une machine électrique, ou, sans déplacer l'instrument, on présente à ce petit conducteur le crochet d'une bouteille de Leyde chargée: une lumière subite annonce l'inflammation dans l'intérieur du cylindre, il reste quelques instans obscurci par une légère vapeur; si l'on ouvre le robinet inférieur (l'entonnoir toujours rempli d'eau) elle remonte à l'instant dans le cylindre & l'échelle annonce une absorption ou *diminution de volume des fluides élastiques* d'un peu plus ou d'un peu moins *de 0,43 du volume total*, suivant la pureté du gas & la qualité variable de l'air commun.

Le tube qui surmonte le cylindre est destiné à donner, quand on le desire, une mesure plus précise de cette absorption. Pour cela on enlève ce tube, on le remplit d'eau, on le replace dans le petit bassin, également rempli d'eau, en tenant le doigt sur l'orifice, & on ouvre alors le robinet D: le gas résidu monte aussi-tôt dans le tube, une partie est reçue dans la boule F, qui est de la capacité d'une mesure, le surplus s'arrêtant dans la longueur du tube peut indiquer facilement des centièmes de mesure. La colonne d'eau qui décharge le gas se trouvant ici d'une hauteur assez considérable, on ne doit pas négliger d'en faire la réduction suivant ce qui a été dit (§. II, *n.* 7). Si l'on pouvoit douter de la nécessité de cette correction, il suffiroit, pour s'en convaincre, d'ouvrir le robinet inférieur, l'instrument restant sur la cuve, & d'observer le changement que cette seule circonstance occasionneroit dans l'espace occupé par le fluide élastique.

Je dirai ailleurs comment on se sert de cet instrument pour estimer la qualité de l'air, il ne s'agit présentement que de constater & de circonscrire rigoureusement les vrais phénomènes de cette combustion.

Le gas résidu est différent suivant les proportions du mélange. Si le gas hydrogène étoit en excès, le résidu s'enflammera de nouveau quand on y aura mêlé de nouvel air commun, & il ne sera pas diminué dans l'épreuve par le gas nitreux. Si c'est au contraire l'air commun qui se trouve dans une proportion excédante à celle du gas hydrogène, le résidu ne pourra plus être allumé avec de nouvel air, & il sera diminué par le gas nitreux: c'est ce qui est arrivé dans notre expérience, l'air commun tenant environ 0,28 de cette portion que prennent les combustibles. Mais, ce qu'il est bien important d'observer, c'est que dans tous les cas *le gas résidu ne représente nullement en poids la quantité primitive du mélange aériforme*, de sorte qu'à s'en tenir à cet examen, il sera impossible de dire ce qu'est devenue la substance matérielle sensible qui constituoit la portion manquant des fluides élastiques.

EXPÉRIENCE XXXV.

Pour juger s'il n'y auroit pas dans cette opération conversion des gas en acide carbonique, on remplit le vaisseau cylindrique de bonne eau de chaux récente & très-limpide; on y introduit le mélange d'air & de gas hydrogène que l'on a eu soin de passer lui-même à l'eau de chaux, ou encore mieux d'agiter quelques minutes avec le lait de chaux pour le débarrasser de tout ce qu'il pourroit tenir accidentellement de gas acide carbonique; on procède au surplus comme il a été dit précédemment, & la détonnation faite, il n'y a pas la moindre trace de précipitation de la chaux, la dissolution est aussi limpide & ne se trouble pas même par l'agitation. C'est un fait sur lequel il ne peut rester d'incertitude, quand on opérera avec les précautions convenables, quand on n'emploiera que du gas hydrogène pur, ou du moins aussi pur que le donne la dissolution des métaux, & que j'ai plusieurs fois vérifié, même avec le gas dégagé pendant la dissolution du zinc dans l'acide muriatique.

Le célèbre Priestley ayant appuyé de son témoignage l'observation d'un résultat contraire, lorsqu'il avoit employé du gas hydrogène obtenu par le dernier acide (*Continuation*, *&c. vol. III. sect. VIII*), j'ai tenté tous les moyens que j'ai pu imaginer pour

produire ſur l'eau de chaux la même altération. Dans cette vue, j'ai ajouté de la pouſſière de charbon dans le matras où s'opéroit la diſſolution du zinc ; j'ai pris de l'acide muriatique très-foible tiré par l'argille qu'on nomme *eſprit de ſel;* une autre fois je me ſuis ſervi de l'acide qu'on appelle *fumant;* j'ai toujours fortement agité le gas réſidu dans l'eau de chaux, avant que d'ouvrir les vaiſſeaux ; j'ai fait paſſer enſuite la liqueur dans un tube de verre mince pour mieux juger la nuance du moindre changement; tout cela a été inutile.

Au reſte, quand d'autres Chymiſtes ſeroient plus heureux que moi dans cette vérification, je ne vois pas quelle grande importance on pourroit donner à cet accident, M. Prieſtley aſſurant de nouveau, dans le même paſſage, que cela n'arrive point avec le gas hydrogène dégagé par l'acide ſulfurique, & avouant d'ailleurs que cet *air fixe* trouvé après la combuſtion du gas obtenu du zinc par l'eſprit de ſel faiſoit à peine le 40ᵉ. du réſidu.

Expérience XXXVI.

Si l'on répète l'opération précédente en mettant dans le vaiſſeau cylindrique de l'infuſion de tourneſol délayée au degré qui en rend la plus légère altération ſenſible, ou qu'après l'inflammation du gas on ajoute dans l'eau quelques gouttes de la même infuſion, il n'y a aucun changement de couleur, pourvu que le gas ſoit exempt d'acide étranger ; il n'y en a point même en doublant les doſes, c'eſt-à-dire en portant dans l'inſtrument 2,66 pouces cubes de gas & 5,33 d'air commun. Si l'on brûle une quantité beaucoup plus conſidérable de ce mélange, alors l'infuſion bleue tourne manifeſtement au rouge. Nous indiquerons bientôt la nature & l'origine de l'acide qui produit cette altération ; c'eſt aſſez pour le préſent de ſavoir que ſa quantité eſt encore inappréciable quand le poids du mélange aériforme qui a diſparu peut déjà être facilement déterminé.

Expérience XXXVII.

La *figure 41 des appareils pour les gas* repréſente l'inſtrument connu ſous le nom de *piſtolet de M. Volta.* Il eſt compoſé d'un vaiſſeau de métal ABC, percé au fond pour recevoir une vis dans laquelle paſſe l'excitateur électrique. Cet excitateur eſt formé d'un tube de verre DE maſtiqué au centre de la vis & d'un fil de métal FG également ſcellé dans le tube ; ce fil métallique terminé en dehors par une boule, eſt courbé dans l'intérieur en crochet. Cette boule eſt recouverte par une virole de cuivre qui ſert à la défendre des chocs & de l'humidité pendant que l'on charge l'inſtrument.

Pour cela on le remplit entièrement de mélange d'un tiers de gas hydrogène & de deux tiers d'air commun ; cela fait, & tandis que ſon orifice A eſt encore plongé dans la cuve, on y enfonce très-fortement un bouchon de liège ; on approche de la boule de l'excitateur une bouteille de Leyde chargée, & le gas hydrogène s'enflamme ſubitement avec une exploſion qui lance le bouchon à pluſieurs pieds d'élévation.

On a donné à cet inſtrument différentes formes, comme d'un petit canon, d'un vrai piſtolet, dans lequel on met réellement une balle, &c. mais tout cela n'ajoute rien à l'expérience dont l'objet ſe borne toujours, pour le Phyſicien, à démontrer la force exploſive de ce mélange aériforme.

Expérience XXXVIII.

Juſqu'ici tout combuſtible nous a donné, dans l'acte de la combuſtion, un produit d'une nature particulière, il devenoit donc bien important de déterminer quel pouvoit être celui de la combuſtion du gas hydrogène : on a ſenti que, pour y parvenir, il étoit indiſpenſable, 1°. d'accumuler ces produits ou d'opérer ſur des quantités un peu conſidérables, 2°. de les recueillir dans des vaiſſeaux où ils n'euſſent le contact d'aucune matière capable de les ſouſtraire aux recherches de l'Obſervateur. On a imaginé pour cela diverſes machines de compreſſion ; l'une des plus ſimples eſt celle de M. Monge ; elle eſt, comme les autres, deſtinée principalement à opérer avec l'air vital, c'eſt-à-dire avec cette ſeule portion de l'air commun qui ſert à la combuſtion, ſéparée d'avance de cette autre portion dont la préſence ne pourroit qu'embarraſſer ; mais comme rien n'empêche d'y brûler auſſi le gas hydrogène avec l'air athmoſphérique, je m'en ſervirai ici pour donner une première idée de cette grande opération.

ABCD (*fig. 42 des appareils pour les gas*) repréſente la coupe d'une caiſſe hydropneumatique, remplie d'eau à la hauteur de la ligne EF. On établit dans cette caiſſe les deux grands récipiens G, H, deſtinés à ſervir de réſervoirs, l'un à l'air, l'autre au gas hydrogène ; chacun de ces récipiens porte une règle ſur laquelle ſont tracées des diviſions correſpondantes à une pinte d'eau, meſure de Paris (1). Des tuyaux de métal fixés à la partie ſupérieure de ces récipiens établiſſent entre eux & le ballon M une communication que l'on interrompt à volonté en fermant les robinets I K. Un troiſième tuyau de métal, portant auſſi robinet en L établit une autre

(1) Pour tracer ces diviſions, M. Monge ſe ſert d'un matras qui tient exactement cette meſure, il en fait paſſer l'air ſous un de ces récipiens, le robinet étant fermé ; il marque ſur la règle la hauteur à laquelle l'eau eſt abaiſſée, & il répète cette opération juſqu'à ce que le récipient ſoit entièrement vuide d'eau. Il a, de cette manière, des diviſions qui indiquent des maſſes égales d'air ſous des volumes inégaux ; ce qui a l'avantage de diſpenſer des opérations de réduction à une même preſſion : mais il faut, pour cela, entretenir conſtamment l'eau de la cuve au même niveau. *Mém. de l'Acad. roy. des Sciences, ann. 1783, pag. 80.*

communication de l'intérieur du ballon avec une pompe pneumatique dont la platine est supposée en O. Enfin ce ballon est appareillé d'un excitateur électrique construit sur le même principe que ceux que j'ai précédemment décrits ; M. Monge le fit exécuter en argent, parce qu'une première expérience lui avoit appris que le cuivre se calcinoit par la chaleur des inflammations.

Lorsqu'on veut faire usage de cet appareil, on commence par éprouver la fidélité des luts & des robinets, en tenant pendant quelque temps l'eau suspendue dans les récipiens ; lorsqu'on s'est assuré qu'ils ne donnent point accès à l'air, on ouvre les robinets L & K, puis en faisant jouer la pompe pneumatique, on élève l'eau dans le récipient H jusqu'à ce qu'elle entre sous la virole de métal qui le termine, & on ferme le robinet avant qu'elle atteigne à la hauteur de la clef. On achève de remplir d'eau l'espace qui reste, en aspirant l'air par le tube de verre P Q R, dont on élève l'extrémité P jusqu'à la clef du robinet : le bout extérieur de ce tube est garni d'une soupape de vessie. Cela fait, on introduit dans ce récipient à la manière ordinaire l'air qui doit servir à l'opération.

Le récipient G étant rempli de gas hydrogène par le même procédé, on ouvre le robinet K pour faire entrer dans le ballon un volume déterminé de l'air du récipient H; ce qui est facile en suivant l'élévation de la surface de l'eau sur l'échelle graduée & fermant le robinet à l'instant précis où elle est au niveau de la division. Ouvrant après cela le robinet I, on laisse entrer du gas hydrogène jusqu'à refus dans le ballon; & tous les robinets étant fermés, on tire l'étincelle.

M. Monge détermine pour l'air vital le volume à introduire à chaque fois au douzième de la capacité du ballon; on verra dans la suite qu'il peut être plus considérable pour l'air athmosphérique, & qu'il faut au moins trois parties de celui-ci pour produire le même effet ou pour suffire à la combustion d'une égale quantité de gas hydrogène ; cela dépend de la grandeur du ballon, & on doit avoir l'attention de combiner ces quantités avec la résistance dont il est capable pour ne pas s'exposer à en recevoir des éclats. On ne trouve pas dans le Mémoire de M. Monge la mesure précise de celui qu'il a employé ; mais puisque 74 pintes d'air ont fourni suivant sa méthode à 372 explosions, on peut conclure qu'il contenoit à peu près 116 pouces cubes.

Après la première explosion, on laisse passer dans le ballon un volume d'air du récipient H pareil au premier, & on tire de nouveau l'étincelle; on continue de la même manière, tant qu'elle produit inflammation.

Quand le mélange ne s'enflamme plus (ce qui a lieu beaucoup plutôt avec l'air commun, parce que le ballon se trouve rempli de cette portion sur laquelle les combustibles n'ont point d'action), on le vuide par la pompe pneumatique; & pour ne rien perdre des produits, le gas que l'on en retire est recueilli dans un appareil adapté à la pompe.

En multipliant ainsi à volonté les explosions, on parvient à mettre les phénomènes dans un tel degré d'évidence qu'il n'est plus possible de les méconnoître. Ces phénomènes sont d'abord ceux que nous avons observés en opérant dans l'eudiomètre de M. Volta, c'est-à-dire lumière instantanée & chaleur si considérable qu'on est obligé de mettre quelque intervalle entre les explosions & de refroidir le ballon avec des linges mouillés pour empêcher les luts de se ramollir. Mais le phénomène important, qui jusques-là avoit été masqué par les circonstances de l'expérience, c'est l'eau que l'on apperçoit dans le ballon où l'on n'a introduit que l'air & le gas ; qui dès le premier refroidissement se condense visiblement sur ses parois, qui se remet en vapeurs par la chaleur qu'occasionne une nouvelle explosion, qui s'accroît à chaque inflammation partielle, & qui à la fin représente à très-peu près le poids de l'air & du gas dont le volume a disparu.

Cette eau ne blanchit pas l'eau de chaux ; l'infusion de tournesol y décèle la présence d'une portion d'acide, mais si foible qu'elle ne peut être prise pour le produit des matières consommées, & j'ai déjà annoncé que l'on étoit maintenant en état d'en indiquer l'origine.

Expérience XXXIX.

On sait que l'air & les gas se saturent d'eau lorsqu'on les recueille ou qu'on les transvase sur ce fluide; & comme dans l'expérience précédente, ainsi que dans toutes celles exécutées en grand dans les mêmes vues, ils se trouvent toujours dans cette condition, on pouvoit imaginer que l'eau condensée dans le ballon n'étoit que l'eau qu'ils y avoient portée & qui en étoit simplement séparée dans l'acte de la combustion. Quoique cette supposition ne puisse soutenir la comparaison de la somme des ingrédiens avec celle des produits, j'ai pensé qu'il ne seroit pas inutile de l'apprécier directement, & pour cela j'ai opéré de la manière suivante.

J'ai fait exécuter un instrument tout semblable à l'eudiomètre de M. Volta (*Voyez expér. XXXIV*), à l'exception que toutes les garnitures sont en fer, même l'excitateur électrique par lequel il est terminé dans le haut, le tube & le bassin devenant inutiles à mon objet.

J'ai rempli de mercure bien sec le cylindre de verre, j'y ai fait passer successivement, au moyen du globe de compression, 10 pouces cubes d'air athmosphérique & 5 de gas hydrogène. Alors j'ai introduit dans le mélange à travers le mercure une plaque de fer battu, roulée en portion de cylindre, sur laquelle j'avois fixé de la potasse, en la faisant rougir au feu ; & j'ai laissé le tout en cet état pendant trois jours, l'orifice de l'eudiomètre étant entièrement plongé dans la cuve à mercure.

Le quatrième jour j'ai retiré la plaque de tôle au moyen d'un fil qui y étoit attaché ; j'ai porté dans le gas, avec un fil de fer très-flexible ; une lame de

papier gris féché fimplement à l'air ambiant, & l'ayant retirée au bout de deux heures, elle s'eft trouvée n'avoir acquis aucune augmentation fenfible. Le gas a été allumé immédiatement après par l'étincelle électrique; la diminution a été de 6,45 pouces cubes; pendant le refroidiffement, il s'eft condenfé fur les parois intérieures du cylindre, une vapeur aqueufe très-fenfible; une lame de papier gris exactement pefée a été introduite, comme la première fois, à travers le mercure; & quoiqu'elle n'eût pu être portée fur toute la furface, quoique la preffion du mercure par lequel elle fut repaffée, lui eût enlevé néceffairement un peu de l'humidité qu'elle avoit prife, elle pefa 3,2 grains de plus qu'auparavant.

J'ai effayé de reprendre l'eau ainfi formée par la plaque de tôle chargée d'alkali, & j'ai reconnu qu'elle nettoyoit plus vite & bien plus complètement les parois du cylindre; mais pour peu qu'il s'y attache de mercure, ou que le frottement en détache de fel, il y a encore plus d'incertitude dans la comparaifon des poids. Une autre fois j'ai retourné l'eudiomètre pour y introduire la plaque de fer, fans la faire paffer par le mercure, & l'ayant refermé immédiatement par la vis de fon robinet, je l'ai laiffé 24 heures dans cette fituation: l'accroiffement de poids n'a pas été tout-à-fait auffi grand qu'avec le papier gris, ce qui ne m'a pas étonné, puifqu'il y manquoit la portion que la maffe de mercure retenoit aux parois inférieures. Dans une troifième expérience, j'ai laiffé rentrer l'air ambiant dans l'eudiomètre pour en expulfer tout le mercure avant que d'y placer le fel calciné, il y a pris dans l'efpace de huit heures une augmentation de 4,5 grains, fur laquelle il faut à la vérité déduire la portion d'eau que le fel a dû recevoir de l'air rentré, & que j'ai eftimé à 0,06, fuivant la table hygrométrique (*Voyez ci-devant page 695*). On n'auroit pas befoin de cette évaluation en conftruifant l'eudiomètre de manière que l'explofion faite & la vapeur condenfée, on pût l'ouvrir un inftant par le haut pour y dépofer la tôle chargée d'alkali, le robinet du bas étant alors fermé.

Au refte, fi le grand nombre de faits que nous verrons fe concilier parfaitement avec cette obfervation de la compofition de l'eau, laiffoit encore defirer pour une conviction plus entière, la correfpondance tout-à-fait rigoureufe du poids des gas détruits & de l'eau produite, je ne doute nullement que l'on ne l'obtînt exempte de tout accident, à l'abri de tout foupçon, en répétant un peu en grand avec l'air vital l'expérience que je n'ai pu faire qu'en petit, & dont voici le procédé.

On remplit de mercure bien fec le flacon A (*fig. 43*) portant fiphon, & contenant, par exemple, 100 pouces cubiques; l'ayant retourné fur la table de la cuve hydrargiro-pneumatique, on y fait paffer, par le moyen du globe à comprimer, le gas hydrogène le plus pur que l'on peut fe procurer, en quantité fuffifante pour déplacer tout le mercure. On y introduit alors une lame de fer chargée de potaffe bien calcinée que l'on y laiffe féjourner au moins deux ou trois jours. Pendant toute cette opération, le fiphon *b*, dont on a coupé la courbure inférieure, doit être bien bouché avec du lut gras recouvert de veffie, & on doit avoir l'attention de le remplir également de gas pur, ce dont on vient facilement à bout en inclinant le flacon alternativement en différens fens.

On prépare d'autre côté un grand récipient D terminé par une virole maftiquée dans laquelle eft un excitateur électrique difpofé pour porter l'étincelle dans la ligne perpendiculaire & au deffous de l'ajutage du robinet. Ce récipient ayant été rempli d'air vital à la cuve hydro-pneumatique, on le tranfporte fur fon obturateur à la cuve à mercure; là on commence par effuyer fes bords à plufieurs reprifes avec du papier gris, on y introduit enfuite de l'alkali calciné fur une large lame de fer. Nous avons vu que de cette manière on parvenoit à deffécher complètement & le gas & les parois même du vaiffeau, fur-tout fi l'on a foin de renouveller les fels abforbans dont la puiffance décroit à mefure qu'ils s'humectent.

Il fera indifpenfable d'avoir encore en provifion de l'air vital également defféché dans deux ou trois récipiens, de la forme la plus commode pour pouvoir être couchés dans la rigole de la cuve à mercure, lorfqu'il faudra les tranfvafer.

Tout étant ainfi difpofé, les gas portés à la féchereffe extrême, & les fels abforbans retirés, on bouche le flacon, tandis qu'il eft encore fous le mercure, en y enfonçant le bout du robinet de verre G qui doit être parfaitement ajufté à l'émeri. Le flacon remis dans fa fituation naturelle eft établi fur un gradin folide élevé à côté de la cuve à mercure. On place au deffus le grand entonnoir qui a été également ufé à l'émeri pour entrer dans la partie fupérieure du robinet, & on remplit cet entonnoir de mercure.

Il ne s'agit plus que de réunir le bout du fiphon *b* au robinet F du grand récipient: pour éviter le mélange de l'air commun, on le délute en le tenant fous le mercure; & en le fermant avec le doigt ou avec une bande de veffie non ficelée, on le plonge tout de fuite dans l'orifice du robinet F qui a été rempli auparavant de mercure, où l'on peut après cela le maftiquer à fon aife.

Que l'on ouvre maintenant les deux robinets, & qu'on tire au même inftant l'étincelle, on conçoit qu'elle allumera le gas qui, chaffé du flacon par le mercure, s'échappera par l'ajutage; il continuera de brûler en portant en bas le dard de fa flamme. La dilatation occafionnée par la chaleur feroit d'abord fortir un peu d'air par le bas du récipient, fi l'on n'avoit eu la précaution d'y élever le mercure au deffus du niveau de la cuve, en afpirant un peu d'air; mais bientôt la diminution compenfe & au-delà l'effet de la dilatation, on eft même obligé de refournir fous le récipient de l'air que j'ai recommandé de tenir pour cela en réferve, foit pour empêcher le mercure de s'élever jufqu'à la flamme, foit pour

ſuppléer à la quantité de mercure qu'il faudroit pour remplir la capacité de ce grand récipient, à ſuppoſer encore qu'il fût en état d'en ſupporter le poids. Cette dernière conſidération ne permettant pas de charger l'entonnoir de toute la quantité de mercure néceſſaire pour expulſer tout le gas du flacon, laquelle ſeroit de près de 55 livres, on doit être très-attentif à en refournir à meſure qu'il s'écoule.

Quand tout le gas hydrogène aura été brûlé, ce qu'on eſt libre de faire à pluſieurs repriſes, en fermant à propos les robinets & rallumant chaque fois par l'étincelle électrique, on déterminera facilement le poids des fluides aériformes détruits, par la ſouſtraction de ce qui en reſtera dans le récipient; on recueillera avec ſoin l'eau qui ſe ſera dépoſée à la ſurface du mercure par le refroidiſſement; & ſon poids qui ne ſera pas moins de 44 grains pour les 100 pouces cubes d'hydrogène, repréſentera pour-lors, ſans déchet, tout ce que les gas détruits pouvoient contenir de matière douée de peſanteur ſenſible, ſans qu'il y ait lieu à aucune circonſtance capable d'infirmer la concluſion que cette eau eſt véritablement le produit de la combinaiſon de toute la matière peſante des deux gas qui ont diſparu.

Expérience XL.

En voyant l'alcohol ou eſprit-de-vin très-rectifié s'enflammer ſi facilement & brûler ſans ſuie, les anciens Chymiſtes avoient déjà été portés à le conſidérer comme le combuſtible le plus ſimple, il importoit d'examiner quelle étoit ſon action ſur l'air, ſi elle ne ſeroit pas analogue au moins en partie à celle du gas hydrogène, & ſur-tout quel ſeroit le produit de ſa combuſtion: l'expérience ſuivante réſout ces queſtions.

Sous une très-grande cloche de verre remplie d'air commun renverſée ſur du mercure, on introduit une lampe à eſprit-de-vin, dont on a pris le poids exact & dont on allume la mèche ſoit par le moyen d'une lentille, ſoit avec un fer rouge à l'aide d'un très-petit fragment de phoſphore: on voit bientôt le mercure s'élever dans la cloche, & annoncer par ſon élévation, malgré la chaleur, un diminution rapide & conſidérable de l'air; après la combuſtion il ſe dépoſe ſur les parois & à la ſurface du mercure une quantité de gouttes d'eau; ſi l'on tranſvaſe le gas réſidu pour en faire l'examen, on reconnoît qu'il eſt compoſé d'une portion de gas acide carbonique qui eſt abſorbé par l'eau de chaux, de gas azote & d'une très-petite quantité d'air commun qui a échappé à l'action du combuſtible. Le phénomène le plus remarquable, c'eſt que l'eau recueillie avec ſoin ſurpaſſe toujours & le plus ſouvent de près d'un huitième le déchet de poids de la lampe, ou la quantité d'eſprit-de-vin conſumée pendant l'opération.

C'eſt à M. Lavoiſier que l'on doit cette belle expérience dont il communiqua les premiers réſultats dans un Mémoire lu à la ſéance publique de l'Académie de la St. Martin 1783. Elle prouve 1°. qu'indépendamment du carbone qui laiſſe un produit d'acide carbonique, l'alcohol eſt formé en grande partie d'hydrogène; 2°. que cet hydrogène s'uniſſant à l'air conſtitue de l'eau.

Cette méthode de brûler l'alcohol ne donne qu'un aſſez foible produit, même avec un très-grand récipient, parce que la flamme ne peut ſubſiſter bien long-temps dans un air qui n'eſt bientôt qu'un mélange de gas acide carbonique, de très-peu d'air commun & de cette partie de l'air qui ne ſert pas à la combuſtion & qui devient la partie dominante; mais ce procédé eſt le plus ſimple, & il a de plus l'avantage que tout ſe paſſant en vaiſſeaux clos & clos par le mercure, c'eſt-à-dire à ſec, il démontre rigoureuſement la production de l'eau, ſans laiſſer d'incertitude ſur celle qui auroit pu être entraînée dans la circulation de l'air; attendu que le poids total des matières eſt déterminé, & qu'on ne peut retrouver que dans le nouveau compoſé ce qui a diſparu des premiers ingrédiens.

Au reſte, quand le fait capital eſt conſtaté par ce premier eſſai, on peut augmenter à volonté la quantité du produit en employant l'appareil imaginé par M. Meuſnier, dont je vais donner la deſcription d'après M. Lavoiſier

Expérience XLI.

On établit ſur un petit trépied une lampe à mèche circulaire & canal d'airage intérieur, ſuivant les principes de M. Argand; un peu au deſſous du niveau de l'extrémité ſupérieure de la mèche eſt ſuſpendue une cheminée de verre circulaire, à la manière de M. Lauge; cette cheminée eſt prolongée par un long tuyau de fer blanc, qui paſſe lui-même dans un autre tuyau d'un plus grand diamètre, & qui porte les vapeurs dans un ſerpentin, dont le développement eſt de 15 à 18 pieds de longueur. Ce ſerpentin eſt diſpoſé comme à l'ordinaire dans un tonneau rempli d'eau, & il verſe par ſon extrémité inférieure dans un grand matras (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. ann. 1784, page 593*). Un coup d'œil ſur la *figure 44 des appareils pour les gas* fera comprendre facilement tous les détails de cette conſtruction.

La lampe étant remplie d'alcohol & exactement peſée, on allume la mèche qui doit être tenue courte, & on place tout de ſuite la cheminée de verre. Pour que les vapeurs ne ſe condenſent pas dans le tuyau perpendiculaire, il faut qu'il conſerve ſa chaleur; c'eſt pour cela qu'il eſt revêtu d'une enveloppe dont l'intervalle eſt rempli de ſable. Il faut au contraire que ces vapeurs arrivées au ſerpentin s'y condenſent; on refroidit dans cette vue l'eau qui l'environne en y jetant des morceaux de glace; mais on ſe contente de l'entretenir à la température de l'athmoſphère, afin que le fluide aériforme emporte, en ſortant de l'appareil, une portion d'eau à peu près égale à celle qu'il tenoit en diſſolution lorſqu'il y eſt entré.

Quand l'opération eſt bien conduite, 16 onces

d'alcohol fourniffent en brûlant jufqu'à 18 $\frac{1}{2}$ onces d'eau très-pure, fur quoi il convient de déduire la portion que l'air qui eft entré dans cette compofition a dû y ajouter; car, malgré l'attention de ne pas refroidir le ferpentin au deffous de la température actuelle, l'air qui ne fort pas fous forme d'air ne peut remporter ce qu'il tenoit en cet état. Au refte, cette portion fera toujours fort éloignée de compenfer l'augmentation de poids. Pour s'en convaincre, il n'y a qu'à examiner quelle eft la quantité d'air qui fe combine avec l'hydrogène contenu dans 16 onces d'alcohol; le calcul établi fur les proportions connues de la compofition de l'eau, fur la correfpondance en poids de tous les produits de la combuftion de l'alcohol, & fur les réfultats des expériences en vaiffeaux clos, prouve que cette quantité ne peut excéder 4,76 pieds cubes d'air pur. Or nous avons vu ci-devant (*Expér. V*) que dans les circonftances les plus favorables, la quantité d'eau portée par ce volume d'air ne peut être évaluée à plus de 60 ou 70 grains. Il fera prouvé d'ailleurs que l'autre portion d'air qui eft employée ici à la formation du gas acide carbonique, & qui fe diffipe à la fortie du bec du ferpentin, remporte tout au moins une quantité d'eau égale à celle dont il étoit chargé.

Dans cet appareil, ce ne font plus des grains d'eau que l'on obtient, on multiplie à volonté les produits de cette compofition, en rempliffant la lampe de nouvel alcohol, toujours exactement pefé, à mefure qu'il fe confume; mais on ne peut recueillir le gas acide carbonique, & il faut fe contenter d'eftimer au lieu de mefurer rigoureufement l'air qui devient partie conftituante de l'eau: c'eft ce qui a engagé M. Lavoifier à de nouvelles recherches (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. ann. 1784, p. 595*), & il eft parvenu à mettre les réfultats de l'expérience à l'abri de toute objection, en opérant de la manière fuivante.

Expérience XLII.

On établit fur la table de la cuve hydrargiro-pneumatique une cloche de verre de 7 à 800 pouces cubes de capacité, & qui foit affez forte pour foutenir le poids du mercure qui doit s'y élever. Cette cloche étant remplie d'air commun, on y introduit une petite lampe à efprit-de-vin, dont le poids eft exactement déterminé, & qui repofe à la furface du mercure. La mèche de cette lampe porte $\frac{1}{4}$ grain de phofphore, qui fert à l'allumer par le fer rouge, de la manière précédemment indiquée. On élève enfin le mercure dans la cloche par la fuccion de l'air, environ jufqu'à la moitié de fa hauteur.

D'autre part, on difpofe tout près de la cuve à mercure une cuve hydro-pneumatique, dont la table porte un autre grand récipient garni d'un robinet à la tubulure & d'un long fiphon de verre recourbé, qui vient plonger dans la cuve à mercure, & fe relève dans l'intérieur de la cloche jufqu'aux deux tiers environ de fa hauteur où il fe termine. M. Lavoifier remplit le fecond récipient d'air vital, ce qui lui donne la facilité d'entretenir bien plus long-temps la combuftion.

Tout étant préparé de cette manière, on marque fur les récipiens la hauteur des colonnes d'eau & de mercure au deffus du niveau des cuves, pour mefurer & réduire les volumes d'air qui y font renfermés, & on porte à travers le mercure un fer rouge fur le fragment de phofphore: la mèche ne tarde pas à s'allumer; quand elle commence à être moins vive, on ouvre le robinet du récipient rempli d'air vital, que jufques-là on avoit tenu fermé; auffi-tôt une portion de cet air paffe du récipient fous la cloche, le mercure baiffe dans celle-ci, & l'eau monte dans le premier, jufqu'à ce que la hauteur de ces deux fluides foit en raifon inverfe de leur pefanteur fpécifique; la flamme fe ranime alors & même devient plus brillante. Quand cet air eft confumé, on en introduit de nouveau de la même manière, ce qui peut avoir lieu deux ou trois fois avant que la quantité de gas acide carbonique foit affez accumulée pour arrêter la combuftion.

Il ne feroit pas prudent de remplir d'abord d'air vital la cloche où eft la lampe, la combuftion occafionneroit bientôt affez de chaleur pour volatilifer l'alcohol, qui s'élève en vapeurs à 66 degrés; & dans cet état il s'enflammeroit fubitement avec explofion. Malgré les précautions indiquées, il arrive encore affez fouvent que la voûte de la cloche fe fend par la chaleur; c'eft pourquoi il faut employer des cloches très-elevées &, s'il eft poffible, fans bouton. J'ai obfervé que les grandes cucurbites, quand on peut s'en procurer de large ouverture & d'un verre fuffifamment fort, étoient bien moins fujettes à cet accident, parce que le verre diftribué plus également dans leur fond fe prête plus facilement à une dilatation progreffive. On conçoit au furplus que l'on peut gouverner le robinet de manière à ne laiffer paffer à la fois dans la cloche que la quantité d'air vital fuffifante pour entretenir la flamme, fans lui donner trop d'activité, & cette manipulation ne contribue pas peu à affurer le fuccès de l'expérience.

Tel eft l'appareil dont M. Lavoifier s'eft fervi pour déterminer la quantité d'eau produite par la combuftion non-feulement de l'alcohol, mais encore de l'huile d'olives & de la cire, autres combuftibles également compofés de carbone & d'hydrogène, & qui n'étant pas à beaucoup près auffi difpofés à fe réduire en vapeurs, fe prêtent bien plus facilement à cette expérience. Voici les réfultats moyens de plufieurs opérations faites fuivant cette méthode.

93,50 grains d'*alcohol* ont confommé en brûlant 220,28 pouces cubes d'air ou 110,32 grains.

De ces 203,82 grains de matières qui ont difparu, il ne s'eft retrouvé que du gas acide carbonique & de l'eau qui nageoit en gouttes à la furface du mercure. Le gas acide que l'on a fait abforber par la diffolution de potaffe pefoit 93,8 grains; donc refte pour le poids de l'eau 106,2 grains; *donc excès fur le poids de l'alcohol brûlé 12,7 grains.* D'où l'on

conclut la compoſition ſuivante de l'alcohol, en ſuppoſant, comme ci-devant, que 100 grains d'air pur prennent en poids 38,88 de carbone & ſeulement 17,64 d'hydrogène.

Composition de l'alcohol.		
	Carbone.........	28,53
	Hydrogène.......	7,87
	Eau toute formée..	63,6
		100

19,25 grains d'*huile d'olives* ont conſommé, en brûlant de la même manière, 62 grains d'air; il ne s'eſt trouvé de gas acide carbonique produit que 54,25 grains: donc la portion des ſubſtances converties en eau a été de 27 grains; *donc excès de poids de l'eau produite ſur celui de l'huile brûlée 7,75 grains*, d'où l'on tire:

Composition de l'huile d'olives.		
	Carbone.........	78,96
	Hydrogène.......	21,04
		100

Un lampion de *cire* blanche ayant été ſubſtitué à la lampe, a perdu pendant la combuſtion 21,9 grains; il a diſparu 66,55 grains d'air; il ne s'eſt formé de gas acide carbonique que 62,58 grains; donc le ſurplus, qui n'eſt repréſenté que par de l'eau, eſt de 25,87 grains; *donc excès de poids de l'eau produite ſur celui de la cire conſommée, 3,97 grains.* Le réſultat moyen de deux expériences a donné, comme il ſuit, les parties conſtituantes de ce combuſtible.

Composition de la cire.		
	Carbone.........	82,45
	Hydrogène.......	17,55
		100

Cette production de l'eau par la combuſtion de l'huile & de la cire mérite d'autant plus d'attention, que ces ſubſtances n'en recèlent pas de toute formée comme l'alcohol, & qu'étant bien moins diſpoſées à se volatiliſer, on diſtingue plus ſûrement les vrais produits de leur décompoſition.

Il ne me paroît pas que l'on puiſſe faire aucune objection ſolide contre la méthode ſuivie par M. Lavoiſier de conclure dans ces circonſtances le poids de l'eau de celui des matières employées; mais je ne penſe pas, avec ce Savant, qu'il ſoit *impoſſible* de raſſembler l'eau qui tapiſſe les parois de la cloche ou qui nage à la ſurface du mercure; & ſi quelqu'un étoit tenté de prendre droit ſur l'aveu qu'il fait qu'il ſeroit plus ſatisfaiſant de recueillir & de peſer exactement ce produit, je puis lui en indiquer le moyen que j'ai éprouvé avec ſuccès.

Expérience LXIII.

L'huile ou la cire ayant brûlé, comme dans la précédente expérience, & les vaiſſeaux refroidis, au lieu de porter ſous la cloche la liqueur alkaline pour abſorber le gas acide carbonique, on y introduit à travers le mercure la boîte portée par la couliſſe à obturateur (*Voyez ci-devant Expér. XI & la fig. 34*), dans laquelle on a placé une petite capſule de métal contenant environ 200 grains de potaſſe bien calcinée (1); on lève l'obturateur en faiſant gliſſer une des branches, & on laiſſe le tout en repos pendant 24 heures. Au bout de ce temps, on retire l'inſtrument bien fermé; on enlève la capſule que l'on pèſe ſur-le-champ, & on trouve une augmentation de poids qui repréſente: 1°. la quantité de gas acide carbonique qui correſpond au nombre de pouces cubes abſorbés, & que l'on a eu ſoin de meſurer; 2°. toute l'eau diſperſée dans l'intérieur de la cloche & que les fluides aériformes ont ſucceſſivement rediſſoute pour la rendre à la potaſſe. On abrège beaucoup l'opération, & même on en aſſure le réſultat en renouvellant deux ou trois fois le ſel calciné; quelques heures ſuffiſent alors pour rendre les parois de la cloche & la ſurface du mercure parfaitement ſèches.

Si la hauteur du mercure dans la cloche s'oppoſoit à ce que la potaſſe fût portée juſques dans le fluide gaſeux, on remédieroit à cet inconvénient en y faiſant paſſer une certaine quantité d'air, qui ne peut apporter aucun changement: rien n'empêchant de déterminer encore par une expérience ſéparée ce qu'un pareil volume de même air peut abandonner d'humidité dans les mêmes conditions, pour en faire déduction; des quantités connues ajoutées à des quantités connues, tout reſte également connu.

Tout ſe paſſant ainſi en vaiſſeaux fermés, tout étant déterminé par la balance & par le calcul, il faut bien reconnoître enfin que l'air concourt ici matériellement à la production de l'eau, ſi l'on ne veut ſuppoſer contre toute évidence qu'un corps ſenſiblement peſant peut traverſer le verre, ou abandonner ces principes ſur leſquels repoſent toutes nos connoiſſances en Chymie, que la matière ne ſe détruit pas, que de deux matières miſes en contact & qui ont une tendance réciproque à la combinaiſon, celle qui en changeant de forme prend une augmentation de poids correſpondante au déchet de l'autre, la reçoit infailliblement de celle-ci, & que le nouvel être eſt un compoſé des deux ſubſtances.

Remarques. On voit que ce n'eſt pas ſeulement le gas hydrogène qui décompoſe l'air, mais auſſi d'autres ſubſtances qui recèlent abondamment le prin-

(1) Je me ſers, dans ces circonſtances, d'un petit vaſe de pur platine, qui ne peſe que 122,25 grains, & qui contient 0,302 pouce cube. Ce vaiſſeau, étant inaltérable, n'éprouve aucune variation dans ſon poids, & il eſt imperméable à toute liqueur, quoiqu'aſſez léger pour ſurnager l'eau chargé de 48 grains de matière quelconque.

cipe qui lui est essentiel, uni à un combustible d'une autre espèce. Lors même que ce principe se présente sous la forme gaseuse, il n'est pas toujours exempt de mélange ; on sait au contraire que le charbon est une des parties constituantes du gas inflammable des marais, du gas de la distillation des matières végétales & animales, des mofettes de quelques mines, de l'air chargé des vapeurs de l'éther, &c. &c. C'est donc sur le gas hydrogène le plus pur, tel que celui qu'on recueille pendant la dissolution des métaux dans les acides délayés, qu'on doit diriger d'abord les expériences pour reconnoître l'action qui lui est propre, & la nature du produit de sa combustion.

Le gas hydrogène ne s'allume que par l'approche d'un corps actuellement enflammé, ou par l'étincelle électrique ; cependant il ne faudroit pas se presser d'en conclure que la combinaison qui est le produit de sa combustion ne s'opère jamais qu'à une *température* aussi élevée ; on a déjà pu voir un exemple du contraire dans l'expérience que j'ai rapportée sur la dilatabilité de ce gas (*Voyez ci-devant page 686*), puisqu'il a été altéré avant que la température eût atteint le 60e. degré : mais cela tient à l'état différent dans lequel il rencontre la base de l'air. Nous en trouverons dans la suite bien d'autres preuves. Il n'est même plus douteux que dans l'acte de la respiration une portion de l'air qui disparoit se combine avec le même principe, puisque, suivant l'observation de M. Lavoisier, il y a 0,192 de l'air absorbé par la respiration d'un cochon d'Inde, qui ne se retrouve pas dans le gas acide carbonique produit (*Mémoires de la Société royale de Médecine*, *année 1785, p. 574*). Ici ce n'est plus l'état de l'air, mais bien celui dans lequel se trouve l'hydrogène qui favorise la combinaison, à une température qui n'est guère au dessus de 32 degrés.

Ce gas une fois allumé par le contact de la plus petite étincelle propage de lui-même sa combustion, ou, pour mieux dire, elle est instantanée & totale dans tout l'espace qu'il occupe, si l'air y est distribué en assez grande quantité ; ce qui tient à la chaleur très-considérable qui l'accompagne & qui détermine cette raréfaction subite que nous nommons explosion. Lorsque le gas ne reçoit que peu à peu le contact de l'air, il ne brûle aussi que successivement, comme l'indiquent les expériences XXXI, XXXII & XXXIII. M. *Lavoisier* a observé qu'on obtient la même combustion lente, en entretenant un jet d'air pur dans une bouteille remplie de gas qu'on a précédemment allumé, de sorte que c'est l'air lui-même qui paroit dans ces circonstances fournir le dard de la flamme (*Mém. de l'Acad. ann. 1781, page 471*).

Il est prouvé par l'expérience XXX que, sans le contact de l'air, ce gas ne peut brûler ni faire brûler les corps les plus combustibles à quelque degré qu'on élève leur température.

La combustion du gas hydrogène met en liberté une très-grande quantité de *chaleur* ; M. *Monge* rapporte que dans l'appareil décrit (*Expér. XXXVIII*) & où il brûloit chaque fois tout au plus 16 pouces de vrai gas hydrogène, l'explosion occasionnoit une chaleur subite *qui se faisoit sentir, d'une manière très-sensible au visage, même à la distance de trois pieds du ballon*. M. *Lavoisier* a fait plusieurs essais pour déterminer les quantités d'air pur que s'approprioient, pendant la combustion du charbon, la matière qui lui étoit propre & le gas hydrogène qu'il recèle, sur-tout lorsqu'on ne lui a pas fait subir auparavant le feu de calcination (*Mém. de l'Acad. des Sc. ann. 1781, p. 452*). Il résulte de ses calculs fondés sur la comparaison des produits, que tandis que 17,833 grains de carbone prennent 44,962 d'air vital, 0,717 grains d'hydrogène en prennent 4,749 ; ou, ce qui est la même chose, que 100 grains de carbone exigeant pour leur combustion 252,12 grains d'air vital, il faudra 662,34 du même air pour 100 de gas hydrogène ; ou, suivant une troisième expression du même rapport, que 100 d'air pur suffisent à la combustion de 39,66 de carbonne, tandis que la même quantité est consumée par 15,09 d'hydrogène ; proportion plus que double, & d'après laquelle on peut évaluer assez sûrement la matière de la chaleur rendue libre, en tenant compte de la portion que retient le produit de la combustion ; or cette dernière condition laisse encore l'avantage à l'hydrogène, puisque l'eau en fixe une moindre quantité que le gas acide carbonique.

M. *Crawford* a entrepris de déterminer par une voie plus directe la quantité de chaleur mise en liberté pendant la combustion du gas hydrogène. Il s'est servi pour cela d'un instrument semblable à l'eudiomètre de M. Volta, excepté que l'excitateur électrique étoit placé dans le haut, & que la boule extérieure s'élevoit à quelques pouces au dessus du vaisseau ; il l'a rempli d'un mélange de deux parties d'air vital & d'une partie de gas hydrogène, & l'ayant placé au milieu d'un cylindre plein d'eau, recouvert de flanelle pour empêcher la dissipation de la chaleur, il a allumé par l'étincelle électrique : des 16 once-mesures & trois dragmes de mélange, il ne s'en est brûlé que 11, qui équivalent à 17,69 pouces cubiques françois, dans lesquels on ne peut guère supposer que 5,35 pouces cubes ou 0,205 grains d'hydrogène parfaitement pur ; & cette foible quantité a produit une chaleur capable d'élever progressivement, dans un intervalle de huit minutes, de 6,26 degrés (échelle de Réaumur) à 7,37, la température de 9558,6 grains d'eau en nature, & d'autres corps environnans représentés par 2450,29 grains d'eau (*On animal Heat, &c. p. 254 & suiv.*). Ce résultat doit d'autant moins étonner, que nous savons d'ailleurs que le gas hydrogène contient lui-même une quantité très-considérable de matière de la chaleur. *Voyez* CALORIQUE.

Les phénomènes de *l'augmentation de poids* du combustible, de la *diminution* correspondante *de l'air*, qui accompagnent toute combustion, se présentent ici dans le plus haut degré d'évidence : le poids de l'eau qui

se forme surpasse 6 fois & plus le poids du gas qui est brûlé. L'air disparoît à vue d'œil, un instant en consomme des masses prodigieuses, c'est un moyen de faire le vuide dans des espaces illimités; & si l'hydrogène se trouvoit dans l'état de gas aussi facilement, aussi abondamment que l'eau, il nous fourniroit de même par les raréfactions & condensations alternatives une puissance méchanique bien supérieure à celle des pompes à feu, pour laquelle les étincelles d'une petite machine électrique remplaceroient ces montagnes de charbon employées pour réduire l'eau en vapeurs.

La *nature du produit* de cette combustion est ici ce qu'il y a de plus remarquable. Si on l'opère sur l'eau ou sur des liqueurs aqueuses, comme dans les expériences XXXIII, XXXIV, XXXV & XXXVI, ce produit se confond tellement avec l'eau, qu'il est impossible de l'en séparer & de le distinguer. Si on opère sur des gas renfermés par des corps secs ou même desséchés, comme dans les expériences XXXVIII & XXXIX, on trouve encore de l'eau, & on ne trouve que de l'eau qui puisse représenter la portion pesante des gas qui a disparu, que l'on sait très-certainement ne pouvoir être transmise à travers les vaisseaux employés, qui conséquemment n'a pu que changer de forme par l'effet d'une combinaison dans laquelle le calorique en est séparé pour la plus grande partie. Ainsi l'eau est véritablement composée dans cette opération, & l'explosion qui l'accompagne n'est due qu'à la raréfaction prodigieuse qu'elle éprouve instantanément.

L'eau est un composé! Il est difficile de se défendre d'une impression de surprise la première fois qu'on entend une proposition aussi contraire à la tradition de tous les siècles, aux principes enseignés jusqu'à ce jour dans toutes les Ecoles; aussi voyons-nous encore un assez grand nombre de Physiciens rejeter absolument cette conclusion, se mettre l'esprit à la torture pour expliquer d'une autre manière les faits qui l'établissent, & essayer de plier les résultats de l'observation aux diverses hypothèses qu'ils imaginent pour la remplacer. D'après cela il sembleroit que je ne puis trop insister sur les preuves, que je ne dois m'arrêter qu'après avoir examiné toutes les objections; mais l'Histoire de l'Esprit humain nous a appris que la dernière sanction des grandes vérités est aussi bien l'ouvrage du temps que de la discussion; que serviroit d'accumuler des raisonnemens qui ne seront jamais entendus par ceux dont l'oreille est endurcie par la prévention, que les autres jugeroient inutiles & fastidieux? Tandis que j'écris ceci, la génération de ceux qui défendent avec opiniâtreté leurs opinions d'habitude, s'éloigne insensiblement; une autre génération s'approche, qui, n'ayant pas été déçue par l'autorité d'une tradition uniforme, n'aura besoin, pour se décider, que d'une simple exposition. Je me garderai donc de relever tous les argumens frivoles que l'on a opposés à cette doctrine (1); le complément de ses preuves se trouvera dans une suite d'expériences d'un ordre inverse: en attendant, je me bornerai à quelques éclaircissemens sur celles qui précèdent.

A la première surprise que fait éprouver le récit de cette découverte, il en succède bientôt une autre, c'est que nos yeux aient été si long-temps fermés à l'observation qui devoit nous y conduire; puisqu'il est certain que la fumée qui se rend visible en arrivant dans un milieu plus froid, que la vapeur qui se condense sur les parois intérieures des verres de lanterne du côté du vent, que l'eau enfin qui coule de l'extrémité des tuyaux de nos poeles domestiques n'est pour la plus grande partie, comme le remarque M. *Monge*, que de l'eau produite par la combustion. L'humidité qui accompagne même dans les temps les plus secs l'air expiré des poumons des animaux, peut être mise encore au rang des phénomènes qui nous retracent habituellement la régénération de ce fluide; l'eau qui se dépose sur les glaces d'une voiture fermée ne vient sûrement pas toute de l'air; car sa température ne changeant pas, il n'y a point de raison pour qu'il ne remporte pas en s'éloignant la même quantité dont il étoit chargé lorsqu'il s'y est introduit; ce n'est pas non plus uniquement de l'eau enlevée par l'air plus chaud aux parties animales qu'il touche, cet air étant sans cesse renouvellé, il en résulteroit à la fin une dessiccation absolument semblable à celle que les mêmes parties tirées de l'animal éprouveroient dans une étuve entretenue au même degré; une portion de cette eau est donc visiblement produite, & on peut en estimer la quantité, en partant de l'expérience déjà citée de M. *Lavoisier*, puisque si l'on prend pour terme moyen de la respiration d'un animal sain les résultats de cette expérience, on trouve qu'une masse d'air de cinq pieds cubes est nécessaire pour entretenir la respiration d'un homme pendant une heure; que de cette quantité, il n'y a guère que le quart véritablement consommé, une partie de l'air vital qu'il contient échappant elle-même à la décomposition; que des 2160 pouces cubes réellement décomposés, il n'en entre que 1646 dans la formation du gas acide carbonique; qu'il en reste par conséquent 514 qui ne pouvant être présumés retenus dans le sang en nature, ont dû se combiner avec l'hydrogène dans la proportion déterminée d'ailleurs en poids de 85 à 15; d'où l'on tire que dans l'acte de la respiration d'un homme en santé,

(1) On a dit, par exemple : si l'eau est composée d'air vital & d'air inflammable, pourquoi ne détonne-t-elle pas quand on la chauffe? J'ai regret que M. Berthollet ait interrompu le cours de ses savantes recherches, pour répondre que c'est par la même raison que le soufre, converti en acide par la combustion, ne s'allume pas (*Journ. phys. tom.* XXIX, *pag.* 139). C'est perdre son temps que d'entrer en lice avec celui que ne frappe point l'évidence d'une telle raison, ou qui la dissimule.

Il se produit *par heure* environ 244,6 *grains* d'eau
ou *par minute*......... 4,07

Indépendamment de ces faits qui sollicitoient continuellement l'attention des Physiciens, ils en ont connu d'autres qui ne peuvent recevoir d'explication satisfaisante que de cette vérité.

En 1718, *Geoffroy* le jeune essaya de déterminer le degré de rectification de l'esprit-de-vin par la quantité de flegme qu'il laissoit après sa combustion; on ne sera pas fâché de connoître la manière dont il opéra.

« J'ai pesé (dit-il) exactement huit onces d'esprit-de-vin qui ne laissoit à l'essai (par la combustion dans la cuiller) aucune marque de flegme; je l'ai mis dans une lampe qui, fermant par le moyen d'un robinet, ne pouvoit permettre l'évaporation de l'esprit; au bout du canal de cette lampe j'ai mis une petite mèche de fil d'argent. J'ai posé ensuite sur un trépied un ballon à deux ouvertures; celle d'en bas répondant au milieu du trépied étoit de 4 pouces, & celle d'en haut d'un pouce seulement, le ventre du vaisseau n'ayant que 8 à 9 pouces dans sa plus grande largeur, & la hauteur totale étant de 18 à 20 pouces. J'ai adapté à l'ouverture supérieure un chapiteau garni de son récipient dont j'ai luté les jointures. Enfin j'ai mis le feu à la lampe & l'ai placée sous le ballon, de façon que la flamme pût répondre au centre de l'ouverture inférieure. Les huit onces d'esprit-de-vin ont brûlé lentement jusqu'à la fin pendant l'espace de trois jours & trois nuits. J'avois pris la précaution de placer mon vaisseau à l'abri du vent & d'y mettre une mèche incombustible qui ne pût ni nuire à la flamme ni rien fournir d'étranger » (*Mém. de l'Ac. roy. des Sc. an. 1718, p. 41*).

Ce Chymiste parvint à recueillir, au moyen de cet appareil, & en opérant sur de l'esprit-de-vin à l'épreuve de la poudre, jusqu'à 5 onces 7 gros & demi de *flegme absolument insipide, dépouillé de tout principe.... qui se trouvoit de même poids que l'eau commune, & pouvoit passer pour de l'eau élémentaire*; & il jugea bien qu'il s'en étoit encore dissipé une portion qu'il ne pouvoit estimer, ayant été obligé de recevoir dans des petits vases séparés l'eau qui couloit des parois intérieures du ballon par l'ouverture du bas.

Quelques années après, *Juncker* fit mention d'une observation à peu près semblable: si l'on brûle, dit-il, de l'esprit-de-vin bien rectifié dans une cornue tubulée adaptée à un très-grand récipient, bien luté, on voit bientôt la flamme se résoudre en une vapeur qui fournit un flegme absolument insipide. (*Consp. Chem. part. VI, chap. 4.*)

Cependant ces deux Chymistes ne pensèrent pas à en tirer des conséquences; Geoffroy crut même avoir simplement séparé l'eau qui préexistoit dans l'alcohol, & il faut convenir que cette observation fit une impression plus profonde sur le génie de *Boerhaave*; à entendre la manière dont il s'écrie: *l'aliment du feu consumé par le feu ne laisse donc que de l'eau très-pure!* qui ne diroit que ce grand homme a pressenti la découverte dont nous recherchons les traces? Il eut du moins la sagesse d'avouer que jusqu'à son temps, on n'avoit rien proposé de satisfaisant sur la combustion (1). Nous avons vu comment cette expérience est devenue entre les mains de l'illustre Lavoisier une base des plus importantes de la théorie des combustions, & l'une des preuves les moins équivoques de la composition de l'eau (*Exper. XLI-XLII*).

Le célèbre *Macquer* voulant déterminer avec M. *Sigaut de Lafond*, en 1776, si la flamme du gas hydrogène brûlant tranquillement à l'orifice d'une bouteille donneroit quelque suie, en approcha une soucoupe de porcelaine blanche; il n'apperçut aucune vapeur fuligineuse, l'endroit de la soucoupe touché par la flamme resta blanc. *Il se trouva* (dit-il) *seulement mouillé de gouttelettes assez sensibles d'une liqueur blanche, & qui ne nous a paru en effet n'être que de l'eau pure* (*Dict. de Chym. art. gas inflammable*). On ne peut disconvenir que cette observation ne soit un premier pas vers la découverte, d'autant plus qu'elle avoit pour objet direct l'examen du produit de cette combustion; mais ces Savans n'en saisirent pas les conséquences, & Macquer continua d'enseigner que l'eau étoit un corps simple, que du moins les Chymistes n'avoient aucun moyen de la décomposer (*art. eau*).

L'année suivante, MM. *Buquet* & *Lavoisier* firent quelques tentatives pour découvrir la nature du produit de cette combustion. Le premier y cherchoit de l'acide carbonique, le dernier y soupçonnoit de l'acide sulfureux; ils ne réussirent qu'à se convaincre que l'analogie qui fondoit leurs conjectures étoit démentie par des expériences décisives: c'étoit avoir beaucoup fait que d'avoir montré la nécessité d'abandonner des routes qui ne pouvoient qu'égarer.

M. *Warltire*, cité par MM. Priestley & Cavendish, avoit bien remarqué que les vaisseaux fermés dans lesquels on allumoit, par l'étincelle électrique, le mélange d'air commun & de gas hydrogène, *quoiqu'auparavant très-secs*, se trouvoient intérieurement couverts d'humidité après l'opération; mais il crut voir en même temps qu'il y avoit constamment diminution de poids, & cette opinion, dont l'erreur a été depuis généralement reconnue, ne pouvoit manquer

(1) *Sed quàm fui percussus illicò animum postquàm videram alcohol actum per flammam fieri vàporem..... si quid verò invenirem reliqui, id demum esse aquam purissimam! Limites ergo scientiæ fixos agnosco!* PABULUM IGNIS, IGNE CONSUMPTUM, AQUAM RELINQUIT, *evadit verò ipsum adeò tenue ut in cahos aerium dilapsum haud appareat ultrà sensibus.* (*de Alimento ignis, exper. 3*) Il ajoute un peu plus loin: *Nihil facilius quàm dicere hæc (alcohol, olea, &c.), facere materiem inflammabilem; sed extricare id quod in his sincerum inflammabile, est equidem laboris ardui; nec deprehendi hactenùs qui quid boni diceret.* Ibid. *ad exper. 13.*

manquer de voiler à ses yeux la vérité qu'il étoit sur le point de saisir.

A qui donc est dû l'honneur de la première observation de ce grand fait? à qui appartient la première idée de la composition de l'eau? J'ai recherché avec soin tout ce qui pouvoit servir à éclaircir ces questions, non-seulement dans les Recueils des Académies, mais encore dans les Ouvrages périodiques françois & étrangers; je crois qu'on me saura gré d'en offrir ici le résumé.

M. *Lavoisier* lut à la séance publique de l'Académie du 12 Novembre 1783 un Mémoire *sur la nature de l'eau & sur des expériences qui paroissoient prouver qu'elle étoit susceptible de décomposition & de recomposition*. L'extrait qui en fut donné le mois suivant, dans le Journal physique, annonça que M. *Cavendish* avoit déjà observé qu'en opérant dans des vaisseaux secs, il se déposoit sur les parois une portion d'humidité sensible; que MM. Lavoisier & de la Place jugeant la vérification de ce fait très-importante, engagèrent plusieurs Membres de l'Académie à assister à l'expérience qu'ils se proposoient de faire en grand pour la constater; que peu de temps après, M. *Monge* fit adresser à l'Académie *le résultat d'une combustion semblable* faite à Mezières avec un appareil tout différent; que l'on venoit d'apprendre par une lettre de M. Blagden, datée de Londres, que M. Cavendish avoit dernièrement répété la même expérience & obtenu constamment le même résultat; enfin que M. Lavoisier, prévoyant la difficulté de faire admettre une conséquence aussi éloignée de toutes les idées reçues, avoit cherché à l'établir aussi *par voie de décomposition*, & à retrouver les parties constituantes de l'eau, dans l'oxidation ou calcination du fer par l'eau pure, dans le gas des dissolutions métalliques, qu'il croyoit, avec M. *de la Place*, être fourni par l'eau elle-même dans la fermentation vineuse & même dans la végétation, où la matière combustible des végétaux lui paroissoit encore se former d'un des élémens de l'eau.

Le Mémoire de M. Lavoisier, qui se trouve imprimé dans le Recueil de l'Académie pour 1781, avec quelques additions relatives à un travail fait en commun avec M. Meusnier, contient en effet l'exposition détaillée de tous ces objets; on y lit que ce fut le 24 Juin 1783 que l'expérience fut faite à Paris en présence de plusieurs Académiciens & de M. Blagden (aujourd'hui Secrétaire de la Société royale de Londres); que ce dernier leur apprit que M. Cavendish avoit déjà essayé de brûler de l'air inflammable dans des vaisseaux fermés, & qu'il avoit obtenu une quantité d'eau très-sensible; qu'il fut rendu compte à l'Académie, le 25, de cette expérience, comme établissant *que l'eau étoit composée, poids pour poids, d'air inflammable & d'air vital*. M. Lavoisier y rappelle l'expérience du même genre, *encore plus concluante*, faite à Mezières, dans le même temps, par M. Monge, & dont il n'avoit eu connoissance que par la lecture qui fut faite quelques jours après à l'Académie, de la lettre que M. Monge avoit adressée sur ce sujet à M. Vandermonde.

M. *Cavendish* communiqua à la Société royale de Londres, le 15 Janvier 1784, une suite d'expériences importantes dont le principal objet étoit de déterminer la cause de la diminution de l'air commun par la combustion de l'*air inflammable*, & de découvrir ce que devenoit l'air ainsi perdu ou *condensé*. Il s'attacha d'abord à faire voir qu'il n'y avoit pas dans ces circonstances production d'*air fixe* ou gas acide carbonique; il prouva que M Warltire s'étoit trompé lorsqu'il avoit cru appercevoir une diminution de poids; il établit en fait que le mélange d'air commun & d'air inflammable étant dans de justes proportions, le premier étoit diminué d'un cinquième; que le second disparoissoit presqu'en totalité, & qu'il ne restoit que de l'eau pure. Il annonça très-clairement que, quand on substituoit l'air vital à l'air commun en telles proportions qu'il ne restât que très-peu d'*air phlogistiqué*, on n'avoit encore que de l'eau pure; que si les proportions étoient telles au contraire qu'il restât de l'air vital (ou de l'*air peu phlogistiqué*), l'eau étoit toujours impregnée d'une petite quantité d'acide, & que cet acide étoit de l'acide nitrique, de quelque substance qu'on eût tiré l'air vital. Il conclut de ses observations qu'*il y avoit les plus fortes raisons de croire que l'air vital étoit simplement de l'eau privée de son phlogistique, & l'air inflammable de l'eau phlogistiquée, ou du moins du pur phlogistique*. Je ne dois pas omettre que M. Cavendish fit dès-lors mention d'un Mémoire de M. *Watt*, lu précédemment à la Société, dans lequel il supposoit que l'eau étoit composée d'air vital & de phlogistique privé d'une partie de sa chaleur latente (*Trans. philos. vol. 74, p. 140*).

L'opinion de M. *Watt* sur les *parties constituantes de l'eau* se trouve dans une lettre à M. de Luc, datée du 26 Novembre 1783, & lue à la Société royale le 29 Avril 1784. Il paroît que dès le 22 Avril 1783, ce Savant avoit déjà adressé une première lettre sur ce sujet à M. Priestley, qui étoit pourlors à Londres, pour la présenter à la Société; mais qu'avant que M. Priestley en eût trouvé l'occasion, il avoit fait part à M. Watt de ses expériences sur la conversion apparente de l'eau en air permanent (1), & que M. Watt ne pouvant en concilier les résultats avec sa théorie, desira lui-même que sa publication fût différée jusqu'après un nouvel examen. Il est dit dans une note que cette *première lettre* fut montrée par M. Priestley à plusieurs Membres de la Société & remise au Président, en le prévenant du desir de l'Auteur que la lecture en fût différée (2);

(1) Ces expériences ont été décrites & expliquées §. II. n. V. Voyez ci-devant page 674.

(2) Ceci se rapporte à ce que M. de Luc a écrit dans ses *Considérations générales sur la Météorologie*, &c. (n. 682), que plusieurs Membres de la Société trouvoient cette théorie trop hardie.

qu'elle ne fut lue réellement à la Société que le 22 Avril 1784, & que se trouvant pour la plus grande partie presque mot à mot dans la *seconde lettre* à M. de Luc, on avoit jugé qu'il étoit inutile de l'imprimer, & qu'il suffisoit, pour donner une date authentique aux idées de l'Auteur, de marquer par des guillemets, dans l'impression de la seconde lettre, les passages tirés de la première.

M. Watt déclare encore dans sa seconde lettre, que ce n'est qu'avec répugnance & pour se rendre à l'invitation de quelques amis, qu'il se détermine à publier l'hypothèse qu'il avoit cru pouvoir hasarder sur les causes probables de la production de l'eau pendant la combustion des deux gas, avant qu'elle ait été confirmée ou détruite par des expériences ultérieures. J'ai déjà annoncé quelle étoit cette hypothèse; il la fonde principalement sur ce que le poids de l'eau recueillie avec soin par du papier propre à l'imbiber, se trouve répondre exactement ou à très-peu près au poids des deux airs employés; il demande s'il n'est pas en droit d'en conclure que l'*eau* est composée d'air vital & de phlogistique privés d'une partie de leur chaleur latente ou élémentaire, que l'*air vital* est formé de l'eau privée de son phlogistique & unie à la chaleur élémentaire & à la lumière. Il faut observer que ces passages sont tirés de la première lettre de l'Auteur; au reste il accorde à M. Cavendish la première observation de l'humidité déposée sur les parois des vaisseaux dans lesquels on opère cette combustion. Il s'appuie enfin sur les expériences faites à Paris plus en grand, dont M. de Luc lui avoit donné connoissance depuis sa première lettre & qui lui paroissoient prouver clairement le point essentiel (*Trans. philos. vol. 74, p. 332*).

Après avoir exposé fidèlement les titres de ces Savans, je puis laisser à mes Lecteurs apprécier leurs droits à une découverte qui fera certainement dans la Physique une des époques les plus brillantes; mais pour prononcer sans injustice, on doit, ce me semble, considérer qu'il y a des vérités que le préjugé repousse, qui ne peuvent être amenées que par des travaux multipliés & des progrès successifs, & qui, parvenues à un certain degré de maturité, éclatent tout-à-coup, déchirent le voile qui les environne, & ne peuvent manquer de frapper à la fois les regards de plusieurs de ces hommes de génie occupés à en préparer le développement. On avoit reconnu les produits de l'air avec les autres combustibles, il falloit bien qu'on se demandât aussi ce qu'il devenoit pendant la combustion du gas hydrogène; il ne feroit donc pas étonnant que le même examen les eût conduits à la même solution; aussi les voyons-nous s'attacher bien plus à fortifier leurs observations par les témoignages de leurs coopérateurs, qu'à s'assurer l'antériorité que réclament pour eux ceux qui n'apperçoivent dans une vérité acquise qu'une pensée, qu'un instant indivisibles. S'il me falloit prendre un parti sur ce principe, je dirois que *Macquer* a le premier remarqué l'eau condensée après la combustion des deux gas; que la première pensée de la possibilité de sa composition paroit appartenir à M. *Watt*; que ce ne fut néanmoins qu'une pensée timide qui refusa de se produire au grand jour, jusqu'au moment où elle se présenta toute armée, si j'ose me servir de ces expressions, dans les Ecrits de MM. *Lavoisier* & *Monge* : ce qu'il est aisé de concevoir, non-seulement par la confiance que devoient leur inspirer la manière dont ils avoient opéré & la grandeur des résultats qu'ils avoient obtenus; mais sur-tout parce que, libres des entraves de l'hypothèse phlogistique, ils voyoient ce nouveau fait si merveilleux se placer tout naturellement dans le cadre des opinions qu'ils s'étoient formées. Je pense que ce jugement ne seroit pas soupçonné de cette partialité patriotique qui ne fait que trop souvent pencher la balance dans ces sortes de discussions; on a pu voir dans d'autres occasions que la vérité avoit encore plus de droits sur mes affections, & j'avois ici, pour me défendre de ces illusions de la rivalité nationale, le sentiment que produit une confraternité dont on aime à se glorifier.

Après avoir cherché à fixer les idées sur cette question, qui sera peut-être encore plus intéressante pour la postérité que pour le siècle présent, je reprends l'examen des produits de cette combustion, pour accumuler les preuves des faits qui en déterminent la nature, pour en déduire quelques conséquences importantes, & pour dissiper les nuages que répand encore sur ces vérités un reste de prévention en faveur de l'hypothèse de Sthal.

C'est la multitude des faits bien plutôt que le raisonnement qui doit établir toute espèce de théorie nouvelle : cette réflexion judicieuse que j'emprunte du Mémoire fait en commun sur ce sujet par MM. Lavoisier & Meusnier, engagea ces deux Académiciens à se livrer à de nouvelles expériences, & en réunissant celles qui ont été dirigées dans la vue de décomposer l'air, à celles qui ont eu pour objet de soumettre l'eau elle-même à l'analyse, il n'est guère possible de trouver sur quelque point de Physique que ce soit, une démonstration plus complette; je ne puis m'occuper encore que des premières, mais elles ont été successivement portées à un point de précision qui laisse bien peu à desirer.

Au mois de Février 1785, MM. Lavoisier & Meusnier entreprirent de composer l'eau en grande quantité, dans des appareils imaginés pour mettre les résultats à l'abri de toute incertitude & exécutés avec le plus grand soin; ils opérèrent en présence d'une commission nombreuse de l'Académie des Sciences, & d'un si grand nombre d'Amateurs, que l'on peut regarder cette expérience comme faite publiquement; on dressa, chaque jour, chaque diée, un procès-verbal exact de ce qui s'étoit passé. M. Lavoisier nous apprend dans ses notes qui accompagnent la traduction de l'Essai sur le phlogistique de M. Kirwan (*page 65*) *qu'une longue absence de M. Meusnier*, qui s'étoit chargé de la rédaction du Mémoire, *avoit empêché qu'elle n'eût été publiée jusqu'à présent.* J'en ferai connoître

les principales circonſtances d'après la notice que m'en adreſſa dès le lendemain M. de Virly, qui l'avoit ſuivie avec beaucoup d'attention.

On employa à cette expérience un ballon garni d'un excitateur électrique, comme celui que j'ai décrit en parlant de l'appareil de M. Monge (*Expérience XXXVIII*); ce ballon communiquoit de même avec une machine pneumatique qui ſervoit à y faire le vuide, & à en retirer les réſidus aériformes non conſommés, mais dont la capacité étoit ſept ou huit fois plus conſidérable (1).

Au lieu de faire entrer tout de ſuite dans ce ballon une quantité déterminée de gas hydrogène pour produire la détonnation ou l'inflammation inſtantanée avec l'air vital, ce gas y étoit porté ſucceſſivement par un ajutage d'un diamètre très-capillaire, de manière qu'une fois allumé, il continuoit de brûler, la pointe de la flamme en bas, tant qu'il reſtoit de l'air vital.

Les gas avoient été préparés avec ſoin, tenus pendant quelque temps ſur la diſſolution de potaſſe pour les dépouiller de tout acide; avant que d'entrer dans le ballon, ils paſſoient ſur de la potaſſe calcinée à grand feu qui retenoit l'eau dont ils pouvoient être chargés; le gas hydrogène avoit été retiré de l'eau décompoſée par le fer incandeſcent, ſuivant le procédé que je ferai connoître dans la ſuite; l'air vital avoit été obtenu par la décompoſition de l'oxide mercuriel par l'acide nitrique ou précipité rouge.

Pour le ſuccès de cette grande expérience, il importoit ſur-tout que l'écoulement du gas hydrogène qui entretenoit la flamme dans l'intérieur du ballon, fût conſtamment uniforme, & que les volumes des gas puſſent être déterminés avec précifion. Ces objets furent parfaitement remplis au moyen de la grande machine à comprimer les gas que M. Lavoiſier avoit imaginée pour appliquer le feu augmenté par l'air vital à des eſſais ſur la fuſibilité des corps; cette machine avoit été perfectionnée depuis par M. Meuſnier: je ne puis mieux en faire connoître les principes & les effets que par la deſcription que cet Académicien en a lui-même donnée dans le Recueil de l'Académie royale des Sciences, année 1782.

« Cet appareil eſt formé de deux caiſſes ABCD, EFGH (*Voyez fig. 45 des appareils pour les gas*), dont l'une remplie d'eau, reçoit l'autre où eſt renfermé le gas qu'il s'agit de manœuvrer, & qui, au moyen de la preſſion que la caiſſe ſupérieure exerce ſur lui par ſon poids, eſt déterminé à s'échapper par les iſſues qui lui ſeront ouvertes.

Cette preſſion eſt modérée à volonté par un contre-poids variable, qui contre-balance une partie du poids de la caiſſe EFGH; mais le frottement des poulies & la réſiſtance des cordes que M. Lavoiſier y avoit d'abord employées, apportant à l'enfoncement de cette caiſſe une réſiſtance qui en rendoit la preſſion fort inégale, j'y ai ſubſtitué un levier MSP de quatre pieds de longueur, & portant à ſes extrémités deux arcs-de-cercle du même diamètre & d'un développement égal à l'eſpace que la caiſſe EFGH doit parcourir entre ſes portions extrêmes; par cette diſpoſition, la caiſſe EFGH ſe trouve comme ſuſpendue à une poulie de quatre pieds de diamètre, & la réſiſtance réduite preſqu'à rien; l'axe du levier MSP eſt formé par deux tourillons d'acier dont le mouvement s'exécute dans deux gorges de métal de cloche, fixées à la partie ſupérieure du montant RS; & au lieu de ſuſpendre la caiſſe mobile à des cordes ſuſceptibles de s'alonger ou de ſe raccourcir, j'ai employé à cet uſage des chaînes plates en fil de fer, pareilles à celles que M. de Vancanſon a ſubſtituées aux courroies dans ſon moulin à organſiner les ſoies, & conſtruites avec la belle machine qu'il avoit inventée pour mettre cette eſpèce de chaîne à un prix très-modique. Ces chaînes s'enveloppent ſans aucune roideur ſur les arcs-de-cercle qui terminent le levier MSP, & leur forme a encore l'avantage d'empêcher que la caiſſe EFGH, en tournant ſur elle-même, ne frotte contre les parois de la caiſſe inférieure.

Mais il ne ſuffiſoit pas que le mouvement de la caiſſe EFGH fût aſſez libre pour n'occaſionner par lui-même aucune inégalité à la preſſion qu'elle exerce ſur l'air qui y eſt renfermé, il falloit remédier à une autre cauſe capable d'altérer encore la parfaite uniformité de preſſion dont cette machine doit être ſuſceptible. En effet, à meſure que la caiſſe EFGH s'enfonce dans l'eau de la caiſſe inférieure, les matériaux dont elle eſt compoſée occaſionnent un déplacement d'eau dont l'effet eſt de ſoutenir une portion de leur poids, ce qui feroit diminuer de plus en plus la preſſion ſoufferte par l'air intérieur. Quoique cette variation ne dût pas être bien conſidérable, j'ai cru cependant devoir y remédier en faiſant en même temps varier le bras de levier du contre-poids oppoſé à la caiſſe, dans la même proportion que le poids de celle-ci diminue par ſon enfoncement dans l'eau.

Pour remplir cet objet, l'arc-de-cercle auquel ce contre-poids eſt ſuſpendu, tient à une pièce à part, *qſ* indépendante du reſte du levier; elle peut s'approcher ou s'éloigner, parallèlement à elle-même, de la partie correſpondante *rt*, & le levier eſt coudé au centre, de manière que la ligne du milieu de la pièce *qſ* paſſe par le centre de rotation quand elle eſt appliquée contre la partie *rt*.

Le mouvement par lequel la pièce *qſ* s'approche ou s'éloigne, s'exécute par le moyen d'un chaſſis de fer *opqſ*, dont les deux branches *oq*, *pſ* fixées ſolidement en *q* & en *ſ*, & parfaitement égales de groſſeur d'un bout à l'autre, gliſſent dans deux canons de cuivre *rt*, faiſant partie de la pièce dormante *rt*. Enfin une vis de fer *xz*, ſaiſie par deux

(1) Je trouve dans la notice qui a été donnée de cette expérience, dans le Journal polytipe, tom. I, n°. II, pag. 40, que la capacité de ce ballon étoit de 40 liv. 1 once 2 gros 19 grains d'eau; ce qui revient à 961,92 pouces cubes.

colliers en x & en z, & passant dans un écrou de cuivre y, fixé dans l'intérieur de la pièce dormante, oblige le chassis & l'arc-de-cercle à se mouvoir quand on le fait tourner à l'aide de la manivelle L, & sert à régler à volonté la distance des deux pièces qf & rt.

Il est clair maintenant qu'à l'aide de ce méchanisme, le bras de levier du contre-poids varie en même temps que la caisse mobile s'enfonce; quand en effet les pièces qf & rt sont éloignées l'une de l'autre, le centre de l'arc-de-cercle M ne se confondant plus avec le centre de la rotation du levier, se meut de plus en plus vers l'extrémité P, à mesure que ce levier s'incline; & le contre-poids s'approchant par conséquent du montant RS, son bras de levier diminue en même temps, de sorte qu'en réglant convenablement pour chaque expérience la distance des pièces qf & rt, la caisse EFGH exerce continuellement sur l'air qu'elle renferme, la même pression dans toutes ses positions : la distance dont il s'agit, nécessaire pour obtenir cette égalité, est différente pour les divers degrés de pression constante qu'on a pour objet d'occasionner; & une échelle gradué fg, fixée à la partie dormante, sert à régler cette distance, d'après une table construite, une fois pour toutes, par des expériences préliminaires.

Après avoir ainsi obtenu une pression constante dans tous les états de l'appareil, il étoit aisé de connoître les volumes d'air qu'il contient à chaque position, en déterminant d'une manière précise les divers degrés d'enfoncemens de la caisse EFGH; j'ai fixé pour cela au montant RS une aiguille T horisontale & immobile; mais l'arc-de-cercle P est garni d'un limbe gradué en pouces & lignes, de sorte que l'aiguille indique à chaque instant les plus petits mouvemens de la caisse, & par conséquent les quantités d'air qu'elle fournit, lorsqu'elles ont été une fois mesurées par des expériences directes faites avec divers degrés de pression, & inscrites pour chaque degré du limbe, sur les tables dressées à cet effet. On voit par là combien il étoit essentiel de suspendre la caisse mobile à des chaines plutôt qu'à des cordes, dont l'alongement ou le raccourcissement auroient occasionné des erreurs dans cette mesure de l'air contenu.

Il ne s'agissoit plus que d'éviter toute espèce de déperdition dans le trajet que l'air avoit à faire depuis la caisse mobile où il est renfermé, jusqu'aux divers appareils où il peut être question de le conduire. Or, en laissant échapper l'air par le tuyau O dépendant de la caisse EFGH, comme M. Lavoisier l'avoit pratiqué dans son soufflet hydraulique, on étoit assujetti à employer des tuyaux flexibles qui pussent se prêter aux mouvemens de cette caisse, & ces sortes de tuyaux sont toujours sujets à laisser perdre quelque portion d'air, comme nous avons eu plus d'une fois occasion de le reconnoître. Pour remédier à cet inconvénient, j'ai préféré de donner à l'air contenu dans l'appareil une issue dépendante de la caisse inférieure & par conséquent fixe comme elle : j'ai fait en conséquence établir en K sur le fond de la caisse inférieure, un tuyau vertical semblable au tuyau J, par lequel on introduit l'air qu'il s'agit d'employer (*ils sont l'un & l'autre figurés en lignes ponctuées*). Ce tuyau s'élève au dessus du niveau de l'eau, & par ce moyen a toujours son extrémité supérieure ouverte dans l'air que renferme la caisse mobile; il se coude à angle droit à son extrémité inférieure; & la partie KX couchée horisontalement sur le fond de la caisse, en traverse une face verticale, & vient, après avoir fait un nouveau coude, se terminer en Y par un collet à vis propre à y adapter des conduits de différentes formes. Un robinet appliqué à cette extrémité extérieure du tuyau dont il s'agit, permet à l'air de la caisse mobile de s'échapper à volonté.

J'ai cru enfin qu'il seroit très-utile de connoître exactement la pression soufferte par l'air renfermé dans la caisse mobile, & qui détermine la vitesse de son écoulement; pour cela un second embranchement part du pied du tuyau vertical qui vient d'être décrit, & vient en Z, après avoir traversé l'autre paroi verticale de la caisse fixe; il remonte ensuite verticalement en ZV, & se termine par une espèce de godet un peu évasé; de sorte que ce tuyau communique par le bas avec l'eau de la caisse, & se termine par un godet semblable au précédent.

Un siphon de verre à deux branches mno, communique d'une part avec le tuyau ZV, dans lequel il est fixé par le moyen d'un bouchon de liege qu'il traverse, & qui est ensuite recouvert de mastic; l'autre branche du siphon est ajustée de même au tuyau voisin zr, enfin un tube de verre droit tp, ouvert par sa partie supérieure, est semblablement mastiqué, & communique avec l'intérieur du tuyau zr. Il est clair que l'eau s'élève dans ce dernier en u, au même niveau que dans la caisse fixe; elle monte aussi dans la branche no du siphon; mais celui-ci communiquant avec l'air intérieur de la caisse mobile, la pression soufferte par cet air agit sur la surface de l'eau contenue dans la branche no & la tient quelque part en v, de sorte que la différence uv d'un niveau à l'autre, mesurée par le moyen d'une échelle graduée, donne en pouces & lignes d'eau, directement & d'un coup d'œil, la colonne à laquelle la pression de l'air intérieur peut faire équilibre.

Cet indicateur sert à disposer la machine de manière que la pression soit constante & ajoute un nouveau degré d'exactitude à l'évaluation qu'on est souvent dans le cas de faire des quantités d'air employées, puisque, outre le volume qui est déjà parfaitement connu, il faut encore qu'on tienne compte de l'état de compression de tout fluide élastique, pour en connoître la quantité absolue (1). »

(1) J'ai vu depuis, en 1787, le même appareil exécuté avec beaucoup d'art, par le S[r]. Meignié le jeune, pour M. Lavoisier, avec quelques changemens, qui ajoutent encore à sa perfection. Chacune de ces machines (car il en fut

On conçoit aisément que cette machine donne le moyen de faire des expériences sur des quantités de fluide élastique considérables & même illimitées, puisque, pendant la durée de l'opération, on peut remplir de nouvel air la capacité de la caisse mobile autant de fois qu'on le juge à propos. D'autre part, on a la facilité d'évaluer avec précision ces quantités, l'uniformité de la marche ou de l'abaissement de cette caisse mobile permettant toujours de calculer d'avance le degré que devroit marquer l'aiguille T sur le limbe P, au bout d'un court espace de temps; & le volume d'air introduit pendant cet intervalle se trouvant par conséquent mesuré par la différence de ce calcul avec le degré que donne réellement l'aiguille.

L'appareil dont on fit usage dans l'expérience du mois de Février 1785 chez M. Lavoisier, étoit composé de deux de ces machines, l'une pour l'air vital, l'autre pour le gas hydrogène. Les résultats répondent parfaitement à la perfection des instrumens, au nombre & à la qualité des coopérateurs & des assistans.

Les quantités employées, déterminées par des pesées exactes, se trouverent, déduction faite de 456 grains pour le poids du gas résidu, savoir de 2364,66 grains pour l'air vital, & de 471,125 pour le gas hydrogène, sur quoi ôtant 35,25 grains d'humidité enlevés au premier par la potasse, & 44,25 que le second avoit aussi perdus sur le sel absorbant, il resta, en poids total des gas, 3188,4 grains.

On recueillit 3219 grains d'eau produite, dont la pesanteur spécifique étoit à celle de l'eau distillée ::1,0051:1; c'est-à-dire environ 30 grains de plus que le poids des gas, exces qui ne pouvoit venir que d'une légère erreur dans l'estimation du poids des gas occasionnée par la différence de température du ballon où ils avoient été pesés, & de l'intérieur des caisses.

Cette eau avoit un peu d'odeur, elle avoit un goût acide, elle rougissoit légèrement le papier bleu, elle faisoit effervescence avec le carbonate de potasse, elle ne donnoit aucun précipité par l'addition de prussiate alkalin.

1152 grains de cette eau (ou 0,3575 du tout) ayant été saturés de potasse, ont laissé, après l'évaporation, 20 grains de sel qui a fusé sur les charbons, comme le nitre; d'où il suit que la totalité ne tenoit pas tout-à-fait la quantité d'acide nécessaire à la formation de 56 grains de nitre.

Le gas résidu retiré du ballon où s'étoit opéré la combustion, pesoit 432 grains, sous un volume égal à celui de 444 grains d'air vital; il étoit diminué par le gas nitreux comme de l'air qui tient 0,24 d'air vital. Ce gas troubloit légèrement l'eau de chaux, ce qui annonçoit la présence d'un peu d'acide carbonique.

Enfin il fut constaté par la comparaison des poids & des volumes des gas consumés, que l'air vital entroit pour 0,85 du produit, & le gas hydrogène pour 0,15; c'est-à-dire, que 100 grains d'eau étoient formés à très-peu près de 85 grains d'air vital & de 15 grains de gas hydrogène. On a déjà pu voir que la détermination de ces proportions, qui ne pouvoit être assurée que par une expérience aussi authentique & sur des volumes aussi considérables, étoit devenue une base pour les calculs d'analyse. A température & pression égales, les volumes d'air vital & de gas hydrogène employés se trouvèrent dans le rapport de 100 à 214.

L'expérience que je viens de décrire étoit bien faite pour convaincre; & M. *le Fevre de Gineau*, Professeur de Physique expérimentale au Collège royal, faisoit gloire d'être du nombre de ceux qui en adoptoient les conséquences directes, *la formation de l'eau ne lui paroissant pas une merveille plus étonnante que la formation de l'acide phosphorique, de l'acide sulfurique, du gas acide carbonique.* Mais il voulut s'en assurer par lui-même; &, *afin de rendre son travail utile à la Science & aux Physiciens* qui conservoient des doutes, il prit la résolution d'opérer en grand & *en public.* En effet, l'expérience, qui dura douze jours, avoit été annoncée quelque temps auparavant dans le Journal de Paris & tous les Savans invités d'y assister. En voici les résultats d'après le compte que M. le Fevre de Gineau en a rendu dans un Mémoire lu à la séance publique du Collège royal du 10 Novembre 1788 (*Journ. phys. Décembre 1788, p. 457*).

---

deux pour l'appareil complet), est composée de vaisseaux de cuivre cylindriques, au lieu de caisses de fer-blanc. On y a supprimé la brisure du fleau ou grand levier MSP, & on l'a très-heureusement remplacée par un poids mobile, sur une tringle placée exactement sur le milieu de ce levier, comme l'est ordinairement l'aiguille du fleau; de sorte que le point où ce poids doit être arrêté, une fois fixé, il compense ce que perd le cylindre supérieur par l'eau qu'il déplace à mesure que le fleau s'incline de ce côté, & entretient de cette manière l'uniformité de pression. On a considérablement diminué les frottemens, en donnant pour support à l'axe du fleau deux roulettes à grand diamètre. Enfin, on a ajouté un thermomètre dont la boule est dans l'intérieur du cylindre mobile, & dont l'échelle est en dehors.

On a maintenant, au Laboratoire de l'Académie de Dijon, un appareil construit sur ces principes, qui, sans être susceptible d'une égale précision, remplit assez bien son objet, non-seulement pour toutes les expériences du soufflet hydrostatique de M. Lavoisier, mais encore pour la combustion des gas. Il est formé de deux caisses de bois doublées de fer-blanc, dont celle du dessus, destinée à contenir le gas, a un pied cube de capacité. J'ai considérablement diminué la dépense de sa construction, en rendant fixe cette caisse supérieure qui porte le robinet, & faisant mouvoir celle du bas entre deux jumelles à rainure. La pression qui fait sortir le gas, est alors comme l'excès de poids dont le plateau est chargé sur le poids de la caisse inférieure; le poids additionnel à l'aiguille du fleau sert de même à la rendre uniforme, en s'éloignant de la direction verticale en sens contraire, & faisant équilibre à la charge très-réelle que la caisse supérieure, quoique fixe, ajoute à l'inférieure, à mesure qu'elle s'y trouve plongée. Les divisions tracées sur le quart de cercle qui élève la caisse inférieure, indiquent également les quantités de gas qui s'écoulent.

L'*air vital* employé, qui étoit tiré en entier de l'oxide noir de manganèse, occupoit un espace de 35085,1 pouces cubiques, à la température de 10 degrés au dessus de zéro, & à la pression de 28 pouces de mercure; il pesoit 18298,5 grains.

Le gas hydrogène avoit été recueilli pendant la dissolution du fer doux dans l'acide sulfurique étendu de cinq parties d'eau. Le volume de ce gas, à la même pression & à la même chaleur, étoit de 7496,7 pouces cubiques, & son poids de 4756,3 grains.

La totalité des deux gas ainsi réduite par *un calcul rigoureux, en tenant compte de toutes les variations de pression & de température de l'athmosphère*, formoit donc un poids de.............. 23054,8 *grains*

Sur quoi ôtant le poids du gas résidu ou de la portion non consommée, qui se trouva de.......... 2831

Il restera pour le poids des gas réellement décomposés.......... 20223,8 *grains*

On eut en remplacement de cette quantité de matière d'une pesanteur sensible:

1°. L'eau existant en nature dans le ballon après l'opération, qui pesa................. 20139 gr.
2°. L'eau emportée par les neuf succions de gas résidu dans le ballon, & que l'on reconnut (1) être du poids de.......... 54 gr. } 20293

Différence....... 30,8

Il manqua, comme l'on voit, $\frac{1}{657}$ pour la correspondance exacte du poids de la matière employée avec le poids de la substance produite, au lieu que dans l'expérience de M. Lavoisier, le poids de l'eau avoit surpassé de $\frac{1}{106}$ celui des gas. Cette circonstance suffiroit pour prouver qu'il n'y a réellement ici ni *deficit* ni excès, mais un léger mécompte difficile à éviter dans des opérations où les poids ne peuvent être conclus que des volumes sujets à changer à chaque minute. Au surplus, quand on pourroit ne pas regarder comme un accident ce *deficit* d'un 657e. dans l'expérience du Collège royal, je n'imagine pas comment on parviendroit à fonder là-dessus un doute raisonnable de la composition de l'eau, puisqu'il est évident qu'il faudroit en même temps admettre que dans 10000 grains de mélange des deux gas, il en préexiste plus de 9984 d'eau toute formée, & par conséquent, que c'est l'eau qui acidifie le soufre & le phosphore; que c'est elle qui augmente d'un tiers le poids du fer calciné; qu'elle reste unie au plomb dans l'état de verre; que, dans la réduction des métaux par le gas hydrogène, c'est l'eau du gas qui agit sur l'eau de la chaux métallique, & réciproquement que c'est l'eau de la chaux métallique qui fait reparoître l'eau du gas sous sa forme première, sans qu'il y ait aucune nouvelle combinaison, aucune affinité que celle de l'eau avec l'eau; que les 16 grains de matière qui masquoient les propriétés des 9984 grains d'eau, qui les mettoient dans l'état de gas permanent, au terme de la glace, se sont annihilés dans l'opération: il faudroit admettre bien d'autres suppositions tout aussi gratuites, ou, pour mieux dire, aussi absurdes.

L'eau examinée en présence de MM. *Lavoisier*, *le Roi*, *Monge*, *Berthollet*, *Bayen* & *Pelletier*, s'est trouvée dans le rapport de pesanteur spécifique avec l'eau distillée :: 1,001025 : 1.

Les réactifs n'y ont fait découvrir ni acide sulfurique ni acide muriatique.

Elle étoit néanmoins acide au goût, & son acidité se manifestoit par l'altération des couleurs bleues végétales.

6606 grains de cette eau prirent pour leur saturation, avec effervescence, 36 grains de carbonate de potasse, & donnèrent par l'évaporation 26,5 grains de crystaux de nitre bien caractérisés (quoiqu'on n'eût point employé d'acide nitrique dans la préparation des gas); c'est-à-dire, que la totalité de l'eau produite eût fourni à la saturation de 109,7 grains de carbonate de potasse, & qu'ainsi elle tenoit 26,63 grains d'acide nitrique, suivant l'estimation de Bergman (*Voyez ci-devant la Table, page 588*).

Il fut encore reconnu non-seulement que l'eau produite troubloit légèrement l'eau de chaux, mais encore que dans le gas résidu de l'opération, il y avoit aussi du gas acide carbonique; M. le Fevre de Gineau a senti combien il importoit d'en déterminer la quantité & d'en assigner l'origine, pour faire tomber l'objection que l'on tire de la rencontre de quelques parcelles d'*air fixe* dans la plupart des opérations de ce genre, & il y est parvenu. Le résidu aériforme, qui formoit en volume le 19e. des deux gas, & en poids le 8e. perdit sur l'eau de chaux 462 grains ou à peu près le 6e. de la masse entière, le reste étoit du gas azote avec un 12e. environ d'air vital. On voyoit donc déjà assez clairement que dans la masse des deux gas il avoit pu tout aussi-bien s'introduire un 49e. de gas acide carbonique qu'un 11e. de gas azote, dont on n'avoit pas moins cherché à prévenir le mélange par tous les moyens possibles. Mais le célèbre Professeur du Collège royal est allé plus loin: 1°. il a fait voir qu'un volume de 1870 pouces cubiques d'air vital *qui ne troubloit pas l'eau de chaux* perdoit entre un 38e. & un 40e. de son poids lorsqu'on le lavoit dans le *lait de chaux*; 2°. dans une seconde expérience, il a lavé les deux gas dans le *lait de chaux* & il n'y a point eu d'acide carbonique; 3°. dans une 3e. expérience, il a lavé seulement l'air vital dans le *lait de chaux*, & le gas résidu a été pareillement exempt de tout acide carbonique. Ce qui prouve que l'air vital

(1) J'ai indiqué ci-devant, *page 694*, les expériences directes par lesquelles cette quantité fut déterminée.

qui ne trouble pas sensiblement l'eau de chaux peut encore retenir près d'un 40e. de gas acide carbonique; que c'est l'air vital qui transporte ce gas acide dans les appareils de ces expériences; enfin que quand le gas hydrogène a été préparé avec soin, il ne recèle pas une quantité sensible de ce gas acide, de sorte que dans ce cas, ce n'est que par le mélange du gas azote ou même d'un peu d'air commun qu'il acquiert une pesanteur spécifique supérieure à celle qui lui est propre dans son état de pureté.

Une dernière conséquence de ces belles expériences de M. le Fevre de Gineau, & qui n'est pas la moins importante, c'est la confirmation des rapports des parties constituantes de l'eau indiqués par M. Lavoisier. Je ne parle pas encore de la preuve inverse ou d'analyse qu'il a eu l'attention de réunir & de comparer dans son Mémoire : à s'en tenir à la composition, les proportions indiquées par *une première opération* sont, pour 100 livres d'eau produite,

Oxigène	84,8	100,0
Hydrogène ..	15,2	

Et par *une seconde opération :*

Oxigène	84,9594 *ou* 84,85	100,00
Hydrogène ..	15,0406 *ou* 14,15	

L'accord de ces résultats entre eux, dit très-bien M. le Fevre de Gineau, seroit une nouvelle preuve de la théorie de l'eau, *si elle en avoit besoin.*

Etant ainsi bien démontré que l'eau est le vrai produit de la combustion des deux gas ou de la combinaison de leur substance grave, on doit abandonner à elles-mêmes ces objections tant de fois renouvellées que l'air vital éprouve ici une altération purement analogue à celle qu'il reçoit dans tous les *procédés phlogistiques*, qu'il ne fait que se convertir ou en *air phlogistiqué* ou en *air fixe.* Il est présentement reconnu que l'air prétendu phlogistiqué ou gas azote ne se trouve jamais qu'en quantité très-inférieure à celle des gas qui ont disparu; que cette quantité varie; qu'elle se réduit à très-peu de chose quand les gas sont aussi purs que l'on peut les obtenir, quand l'épreuve du gas nitreux, par exemple, a vérifié que l'air vital en étoit exempt: c'en est assez pour ne plus le confondre avec le produit dont la condition essentielle est de représenter, du moins en poids, les matières que l'on lui assigne pour parties constituantes; & nous verrons dans un instant que ce gas azote est lui-même un combustible de son genre qui laisse en brûlant avec l'air un produit d'une nature bien différente.

A l'égard de l'*air fixe* ou gas acide carbonique, on a vu (*Expér. XXVII*) qu'il se formoit directement de l'union de la substance charbonneuse avec la base de l'air; s'il s'en formoit aussi dans la combustion du gas hydrogène, il faudroit convenir réellement que le gas hydrogène & le charbon sont deux corps identiques, qu'ils ne diffèrent que par quelques modifications, que par l'état actuel d'aggrégation, que par l'expansion que le premier reçoit du principe de la chaleur; voilà bien ce que prétendent ceux qui s'efforcent de soutenir l'ancienne hypothèse d'un seul combustible. Mais indépendamment des difficultés que présente cette identité supposée de deux corps si différens, que l'on n'est parvenu à rapprocher par aucune autre propriété que par leur affinité avec la base de l'air, cette identité est formellement démentie par l'expérience XXXV. Si dans les opérations où l'on consomme une très-grande quantité d'air, il se trouve à la fin du gas acide carbonique dans le gas résidu, comme il est arrivé dans l'expérience du Collège royal, il s'en faut bien qu'il égale en poids seulement le vingtième des matières consommées, il répond justement à cette foible proportion que l'air peut retenir, même après avoir passé par l'eau de chaux.

Qu'on ne pense pas au surplus que ce soit ici un de ces objets encore à demi-voilés par la nature, & sur lesquels le verre de chaque Observateur porte nécessairement la couleur de ses opinions; c'étoit une vérité reconnue avant qu'on eût entrevu la théorie de la composition de l'eau; c'est un fait attesté par ceux mêmes qui la combattent. Ainsi l'exact *Scheele* affirmoit déjà dans son Traité du Feu (§. *19*) que l'on ne trouvoit point d'*acide aérien* dans le résidu de la combustion de ce gas. M. *Gren* a fait la même observation, même avec le gas hydrogène tiré du fer par l'acide muriatique, & n'a eu du gas acide carbonique que lorsqu'il a employé le gas retiré par la dissolution des végétaux (*L. cit. Expér. 29 & 30*). M. Hermstadt lui-même convient formellement que quand on opère avec les précautions convenables, il n'y a point de gas acide (*Phys. Chemische versuch, &c. part. 1, page 281*). Enfin M. *Priestley* répète ce témoignage en vingt endroits de ses Ecrits, & quelquefois sans dissimuler sa surprise sur un résultat aussi éloigné de ce qu'il attendoit (on peut voir entre autres la *sect. XI* de la *troisième partie* de sa *Continuation, &c.*); si d'autres fois il découvre un peu d'air fixe, l'exactitude de ses descriptions en indique bientôt la véritable origine: c'est ainsi que l'expérience dont il a parlé dans son dernier volume (*section XXVI*) ne peut laisser d'incertitude sur la cause de la présence d'un peu d'air fixe, puisqu'il dit expressément que les vessies dans lesquelles le gas hydrogène avoit été conservé avoient acquis une *odeur putride*, & qu'il est bien connu que l'acide carbonique est un produit de la putréfaction.

Ne craignons donc pas d'affirmer que l'eau se compose réellement pendant la combustion du gas hydrogène avec l'air vital, & que tous les faits qui pouvoient répandre quelques nuages sur cette importante vérité disparoissent à mesure qu'on les soumet à un examen un peu sérieux.

EXPÉRIENCE XLIV.

Le *gas azote* ou cette portion de l'air commun qui s'est trouvée jusqu'à présent dans les résidus de nos

analyses de cet air par la combustion, qui ne peut conséquemment entretenir par lui-même la combustion, devient dans quelques circonstances capable d'agir à son tour sur l'air à la manière des combustibles. Voici comment on le démontre.

On prend un tube de verre d'un sixième de pouce de diamètre, portant à son extrémité supérieure une virole dans laquelle est mastiquée une tige de métal terminée par deux petites boules, l'une extérieure, l'autre intérieure (*Voyez fig. 17 des appareils pour les gas*). Ce tube étant rempli de mercure, on plonge son orifice dans le mercure de la cuvette D, & on l'assujettit dans une position verticale par le moyen du support E. Alors on y fait passer un mélange de 0,13 de gas azote & de 0,87 d'air vital, ou, ce qui revient à peu près au même, de 3 parties d'air commun & de 5 parties d'air vital, de manière que l'espace occupé par ces fluides aériformes soit d'environ trois pouces. On introduit ensuite dans le tube de la dissolution de potasse de la hauteur approchant d'un demi-pouce; on dispose cet appareil à une telle distance du conducteur d'une forte machine électrique, que quand on fait jouer la machine, le fluide électrique s'élance presque continuellement de la boule du conducteur sur la petite boule extérieure du tube; on renouvelle ces décharges jusqu'à ce qu'elles ne produisent plus de diminution sensible sur le volume de l'air renfermé.

La diminution est d'abord assez considérable, elle devient ensuite de plus en plus foible; on renouvelle ce phénomène en portant dans le tube une quantité de nouveau mélange des mêmes gas dans les mêmes proportions, suffisante pour remplacer la portion absorbée.

Si l'on trempe après cela une lame de papier dans la dissolution alkaline, ce papier séché & présenté à un charbon pour l'allumer, sans l'enflammer, brûle avec des signes de détonnation, comme s'il eût été impregné d'un peu de nitre.

Expérience XLV.

Les proportions indiquées ci-dessus d'air vital & de gas azote ont été reconnues les plus favorables à la combinaison qui produit l'acide nitrique; cependant on l'opère aussi en introduisant tout simplement de l'*air athmosphérique* dans le tube de verre & y faisant passer de la même manière l'étincelle électrique.

Si, à la place de la dissolution alkaline, on met dans le tube quelques gouttes d'infusion de tournesol, elle devient rouge, & le volume de l'air est également diminué.

Quand on tient cet air sur l'eau de chaux, la diminution est aussi marquée; mais l'eau de chaux n'est nullement troublée, & on reconnoît bientôt que la chaux qu'elle contenoit a été saturée par un acide plus puissant que l'acide carbonique, puisque la potasse caustique y occasionne sur-le-champ un précipité. On s'assure d'autre côté que la chaux n'est plus tenue seulement en dissolution par l'eau, en y faisant passer du gas acide carbonique qui n'en trouble pas la transparence. L'ammoniaque ajoutée, après l'acide carbonique, précipite la chaux en vertu d'une double affinité, parce qu'elle commence par s'emparer de l'acide carbonique libre.

Si l'on tient simplement sur l'eau distillée le mélange d'air vital & de gas azote, la diminution a lieu comme sur l'alkali & la chaux; elle est même plus considérable, ce qui vient, comme le remarque M. Cavendish, de ce que l'acide formé attaque le mercure, & que le gas nitreux qui se dégage réagit sur une portion d'air vital. Il a vu en effet que la surface du mercure se couvroit alors d'une poudre blanche.

Le même Physicien nous avertit que, si après avoir tiré de cette manière l'étincelle électrique dans l'air, sur l'infusion de tournesol, on y fait passer de l'eau de chaux, elle y forme un nuage, & que l'air éprouve à l'instant une nouvelle diminution, parce que, dans ce cas, le tournesol est, *sinon brûlé*, du *moins décomposé* par les décharges successives, au point de perdre entièrement sa couleur; de sorte qu'on ne doit plus être étonné qu'il s'y trouve du gas acide carbonique.

Expérience XLVI.

Nous avons vu précédemment que, quand on brûloit du gas hydrogène pur dans de l'air vital également pur, celui qui se trouvoit en excès n'étoit nullement altéré & conservoit les mêmes propriétés qu'auparavant, & qu'on n'appercevoit d'autre produit que de l'eau insipide. Il n'en est plus de même quand il se rencontre avec ces deux gas une certaine quantité de gas azote, soit qu'il y ait été porté par accident, soit qu'il s'y trouve par la nature même du mélange, comme quand on emploie l'air commun: alors l'eau est chargée d'un peu d'acide qui a toutes les propriétés de l'acide nitrique; il paroît seulement qu'une des conditions essentielles pour le succès de cette expérience, est que ce soit l'air vital & non le gas hydrogène qui soit en excès.

Les expériences de MM. Lavoisier & le Fevre de Gineau ci-devant décrites, prouvent que ce phénomène a lieu d'une manière très-sensible toutes les fois que l'on opère sur des volumes de gas un peu considérables; on a vu que dans la dernière il y avoit eu production réelle de 26 grains d'acide nitrique, quoique l'air vital eût été tiré de l'oxide de manganèse, & qu'ainsi l'on ne pût soupçonner que cet acide y eût été porté par quelques-unes des matières employées à la préparation des gas. On ne doit donc pas hésiter de mettre ces résultats au nombre des faits qui établissent la conversion de l'azote en acide nitrique.

Remarques. C'est à l'illustre *Cavendish* que la Chymie doit ce nouveau progrès dans la connoissance des gas, qui a achevé de porter la lumière, non-seulement

ſeulement ſur une des parties conſtituantes eſſentielles de l'air athmoſphérique, ſur la nature d'un des acides les plus intéreſſans, mais encore ſur une infinité de phénomènes intimement liés à ſa production, & qui reſtoient enſevelis avec elle dans la plus profonde obſcurité; on ne ſavoit juſques-là ſi l'acide nitrique n'étoit pas lui-même un élément de l'air plutôt qu'un composé des ſubſtances qui le conſtituent. M. Cavendish a été conduit à cette découverte par le beau travail qu'il fit en 1783 pour rechercher la cauſe de la diminution de l'air par la combuſtion du gas hydrogène, que j'ai déjà fait connoître. En effet, il s'aſſura 1°. que l'acide exiſtant dans la liqueur condenſée après la détonnation étoit véritablement l'acide nitrique; 2°. que cet acide étoit le même, ſoit que l'air vital employé eût été retiré de l'oxide mercuriel par l'acide nitrique ou *précipité rouge*, ſoit qu'il eût été dégagé des végétaux, ou recueilli de la diſtillation de l'oxide mercuriel par l'acide ſulfurique ou *turbith minéral*; 3°. que, toutes choſes d'ailleurs égales, la quantité d'acide étoit manifeſtement plus grande quand on ajoutoit à l'air vital de l'*air phlogiſtiqué*, au point que dans l'une de ſes expériences comparatives, la liqueur provenant du mélange auquel il avoit ajouté un 25e. de gas azote, ne put être ſaturée que par 119 grains de diſſolution alkaline, tandis que 37 grains de la même diſſolution ſuffirent à la ſaturation de la liqueur trouvée après la détonnation d'un égal volume de mélange d'air vital & de gas hydrogène, dans lequel il n'y avoit que la portion de gas azote, dont il eſt ſi difficile de les priver entièrement. Ce qui détermina dès-lors M. Cavendish à conclure *que c'étoit certainement l'air phlogiſtiqué qui fourniſſoit l'acide* (*Tranſ. philoſ. ann. 1784, p. 138 & 139*).

M. Cavendish communiqua à la Société royale, le 2 Juin 1785, un Mémoire dans lequel il confirma cette vérité par des expériences encore plus directes & en opérant tant ſur l'air athmoſphérique que ſur un mélange d'air vital & de gas azote; mais quelque concluans que fuſſent ſes réſultats, la nouveauté du fait jointe aux difficultés de l'expérience, qui ne réuſſit qu'au moyen d'une machine électrique très-puiſſante, auroit pu tenir encore long-temps les opinions en ſuſpens, ſi, dans le même temps, M. Berthollet n'en avoit multiplié les preuves par voie d'analyſe de l'acide nitrique, & ſi M. Van-Marum, en poſſeſſion de la ſuperbe machine Teylerienne, n'eût répété à Harlem les procédés de cette nouvelle combuſtion.

Il y avoit déjà pluſieurs années que M. Prieſtley avoit obſervé que l'étincelle électrique diminuoit d'un quart le volume de l'air commun, & que pendant cette diminution, la couleur du tourneſol étoit altérée en rouge (*Continuat. part. 2, ſect. 3*); mais il crut avoir ſeulement précipité l'acide de l'air. M. Landriani, qui penſoit au contraire que l'air fixe ſe formoit, avoit annoncé que ſa préſence devenoit manifeſte par l'altération de l'eau de chaux. Frappé de cette expérience, qu'un de mes Confrères m'aſſuroit avoir répétée avec toutes les précautions néceſſaires pour en rendre le réſultat déciſif, j'adoptai d'autant plus facilement l'explication de M. Landriani, que les eſprits étoient alors plus portés à ſuppoſer la production de l'air fixe dans tous les procédés qu'on appelloit phlogiſtiques (*Voyez ci-devant* ACIDE CARBONIQUE, *p. 88 & ſuiv.*). Ce fut préciſément pour combattre cette prévention que M. Cavendish entreprit l'examen exact des phénomènes dont il eſt ici queſtion, & j'oſerai dire que, tout en travaillant dans ces vues, ce Philoſophe laiſſa encore maîtriſer ſon opinion par ſon reſpect pour ce dogme de Stahl: que produire un acide, ce n'eſt que l'iſoler d'un principe qui le maſque; puiſqu'il propoſa de regarder l'air phlogiſtiqué comme un composé d'acide nitreux & de phlogiſtique, de ſorte qu'*il ne falloit, pour convertir l'air phlogiſtiqué en acide, que le priver de ſon phlogiſtique*, ou, ce qui étoit la même choſe, lui ajouter de l'*air déphlogiſtiqué*.

Pour ce qui eſt du fait en lui-même, il me paroît maintenant bien établi. Dès que j'eus connoiſſance des expériences de M. Cavendish, je m'empreſſai de les répéter; je fus aidé dans ce travail par M. Angulo, ſur la fin de l'été de 1785: au lieu du tube à deux branches décrit par M. Cavendish, qui rend les manipulations difficiles, nous employâmes l'appareil plus ſimple dont j'avois déjà donné la figure d'après le Chevalier Landriani, & qui a depuis été recommandé comme préférable par les Académiciens d'Harlem. Nous ne ſommes pas parvenus à charger d'acide la leſſive alkaline, au point que la lame de papier qui en étoit enſuite imprégnée, donnât, du moins à un certain degré, des ſignes de détonnation; ce qui venoit probablement de ce que notre machine n'étoit pas aſſez forte. Cependant nous vîmes très-diſtinctement rougir l'infuſion de tourneſol à meſure que le volume de l'air diminuoit; & quand nous opérâmes la même diminution ſur l'eau de chaux, elle n'en fut aucunement troublée: c'en étoit aſſez pour nous convaincre qu'il y avoit de l'acide produit, & que ce n'étoit pas l'acide carbonique.

Quoiqu'il ne ſe rencontre entre les réſultats décrits par M. Cavendish & ceux obtenus au Muſée de Teyler, que des différences tout-à-fait incapables d'en infirmer les conſéquences, je ne crois pas néanmoins pouvoir me diſpenſer d'en faire mention.

La plus importante de ces différences eſt que M. Cavendish aſſure qu'il eſt parvenu à ſaturer la potaſſe ſur laquelle l'air étoit ainſi diminué, & que la quantité de nitre produite dans une de ces expériences étoit égale à celle qu'auroit donnée une quantité pareille de la même diſſolution de potaſſe, ſi on l'eût ſaturée avec l'acide nitrique; au lieu que MM. Van-Marum & Van-Trooſtwyk ont fait d'inutiles efforts pour arriver à ce point de ſaturation. *Suivant M. Cavendish*, 35 meſures de diſſolution de potaſſe, retirée du tartre ſans nitre, concentrée au point qu'elle donnoit un dixième de ſon poids de nitre, quand elle étoit ſaturée d'acide nitreux, abſorbèrent 416 meſures de gas azote & 914 meſures d'air vital (la meſure étoit ici déterminée par le volume d'un

grain de mercure); c'est-à-dire, qu'un volume d'environ 0,0092 pouce cubique de France absorba 0,3466 pouce cube ou 37,6 fois autant des fluides aériformes. *Suivant les Académiciens d'Harlem*, un 8e. de pouce de lessive alkaline absorba successivement 22,25 pouces ou 178 fois son volume d'un mélange de sept parties d'air vital & de trois parties de gas azote, & il étoit encore très-éloigné de saturation (*Expériences par le moyen de la machine Teylerienne, &c. première Continuation, part. 2, chap. 1*). M. Van-Marum remarque que la seule différence essentielle de son procédé est qu'il a employé de l'air vital tiré du précipité rouge & du minium, au lieu que M. Cavendish avoit fait usage de l'air vital obtenu de la poudre noire que produit l'agitation du mercure avec le plomb; & il paroit soupçonner que la différence de résultat peut tenir à cette circonstance: je croirois plus volontiers qu'elle vient du degré de concentration de la lessive caustique; un peu plus ou un peu moins de pureté de l'air vital ne pouvant, sur-tout dans le cas particulier, changer aussi sensiblement les rapports. Au reste, comme le dit très-bien M. Van-Marum, cela n'empêche pas que les expériences ne s'accordent pour le fond.

M. Cavendish a senti que, pour compléter les preuves de sa découverte, il étoit important d'examiner si l'air vital *seul* & le gas azote *seul* n'éprouveroient pas aussi une diminution par les décharges électriques, & il a vu que, dans ces deux cas, il n'y avoit aucune diminution. M. Van-Marum a de même observé que le gas azote n'étoit pas diminué (1). A l'égard de l'air vital, il avoit jugé, lors de ses premiers essais, qu'il n'étoit point altéré; mais l'ayant soumis aux mêmes épreuves dans un tube beaucoup plus petit, pour que le rayon électrique devînt plus puissant en opérant sur une moindre masse, il a trouvé que cet air étoit diminué de 0,2 sur le mercure, & même de 0,136 sur l'eau. Il sembleroit donc, au premier coup d'œil, que le fait peut encore être mis en question; cependant il est aisé de dissiper le doute qui naîtroit de cette diversité apparente de témoignages. Il suffit pour cela de considérer d'abord qu'il n'y a plus aucune proportion de cette diminution de l'air vital seul avec celle de l'air commun; & puisqu'il est généralement accordé que l'autre partie de l'air commun n'en éprouve séparément aucune, il suit que la différence très-marquée de l'effet tient à une autre cause ou à la combinaison même des bases des deux gas. En second lieu, la diminution de l'air vital seul s'explique tout naturellement dans l'expérience de M. Van-Marum par la calcination du mercure, qui fut telle, suivant les expressions de ce Physicien, qu'*à la fin les parois du tube étoient si couvertes de chaux de ce métal, qu'on ne pouvoit voir au travers.*

La diminution opérée sur l'eau n'étant guère que le 5e. de celle que ce Physicien avoit observée, dans les mêmes circonstances avec l'air vital mêlé de gas azote, on pourroit très-bien l'attribuer à la portion de ce gas dont il est si difficile de priver entièrement l'air vital, & qu'il suffiroit ici de porter à un 16e. pour rétablir la correspondance entre la cause & l'effet. Mais, indépendamment de ce qui tient à cette impureté ordinaire de l'air vital, il y a une autre circonstance qui ne mérite pas moins d'attention, c'est la calcination que ne peut manquer d'éprouver la surface du conducteur de métal, dans l'intérieur du tube, par la répétition des décharges électriques dans cette espèce d'air. Ce qui m'a souvent fait regretter qu'à l'exemple de M. Monge, les Physiciens n'aient pas pris le parti de faire exécuter les boules de ces conducteurs en argent ou encore mieux en platine, pour n'avoir pas à craindre leur amalgation, quand on opère sur le mercure.

La formation de l'acide nitrique par la combinaison de l'air vital & du gas azote se trouve donc parfaitement établie, il n'est même plus possible de douter que la matière grave du dernier ne passe en entier dans le nouveau produit, puisque M. Cavendish s'est assuré qu'en ajoutant successivement de l'air vital pour décomposer ce qui restoit d'une quantité donnée de gas azote, & reprenant ensuite par le sulfure de potasse l'air vital qui étoit en excès, on ne trouvoit à la fin qu'une petite bulle qui n'excédoit pas le 120e. de la totalité du gas azote employé.

Ce combustible d'un nouveau genre présente dans son action sur l'air, des phénomènes qui lui sont propres, & dont l'observation ne doit pas être négligée dans le rapprochement des faits de cette grande analyse.

C'est de tous les corps combustibles celui qui exige la plus haute *température*: nous ne connoissons jusqu'à présent que deux manières d'opérer sa combinaison avec la base de l'air; l'une au degré de chaleur que produit la combustion du gas hydrogène, & que nous avons vu être très-considérable, relativement à la masse du corps brûlé; l'autre au degré certainement encore plus élevé que produit l'étincelle électrique, dont l'intensité se dérobe, il est vrai, à nos sens par l'instantanéité de sa durée & par la petitesse de l'espace où elle agit, mais qu'il nous est d'ailleurs facile de juger, lorsque nous la voyons fondre subitement le fer qui résiste au feu incandescent & remplacer la flamme actuelle pour allumer le gas hydrogène. Mais ce qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est la distance prodigieuse qui se trouve entre la température qu'exige cette première combinaison qu'on pourroit appeller l'*oxidation de l'azote* & la température qui suffit à son *oxigénation complète*; nous avons vu (*Expérience IX*) que le gas nitreux brûloit spontanément & subitement dans l'air des plus froides régions. De là

(1) Ce gas prit au contraire un accroissement de 0,125 de son volume, mais qu'il se trouva avoir perdu le lendemain; phénomène que l'Auteur regarde comme l'effet d'une sorte de dilatation par l'électricité. (*Part. 2, chap. 2.*)

on doit conclure, comme je l'ai déjà dit, que, dans la production habituelle du nitre, la nature a des moyens qui nous sont encore inconnus, qui deviennent peut-être efficaces par le concours des affinités, ou bien qu'elle en prend les matériaux dans un état tout différent & bien plus favorable à la combinaison (*Voyez ci-devant* AFFINITÉ, *page 574*).

Y a-t-il chaleur dégagée pendant cette combinaison? On n'a pu encore s'en assurer, je n'imagine même pas par quel moyen on pourroit y parvenir ni en déterminer la quantité. Trois raisons principales nous autorisent seulement à penser que cette chaleur ne peut être que très-foible en comparaison de celle que donnent les autres corps, & sur-tout le gas hydrogène. 1°. M. Crawford a fait voir que la chaleur comparative ou capacité de chaleur du gas azote étoit à celle du gas hydrogène :: 21,4 : 0,7936. 2°. Il est certain que le composé, produit de cette union, retient beaucoup de chaleur, puisqu'on la retrouve lors de la détonnation du nitre. MM. Lavoisier & de la Place ont reconnu que la chaleur dégagée par la détonnation de 576 grains de nitre avec 192 gr. de charbon pouvoit fondre 6912 grains de glace (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. an. 1780, pag. 378*). 3°. Enfin la chaleur mise en liberté ne suffit pas pour entretenir la température communiquée & propager la combustion; & c'est précisément pour cette raison que l'on est obligé de renouveller d'instant en instant cette première inflammation, ou que l'azote ne paroit brûler que d'un feu étranger.

Mais comment se fait-il que cette température soit nécessaire à la combinaison de deux substances qui sont habituellement dans l'état de fluidité & de contact le plus favorable à la combinaison? Cela est d'autant plus difficile à comprendre, que leur affinité de composition n'a à vaincre ici ni une affinité différente ni leur affinité d'aggrégation, puisqu'elles se trouvent dans l'air commun, unies seulement à ce même calorique qui leur donne la forme gaseuse, qui doit rester en grande partie dans la composition, ou, ce qui est encore plus fort, qui sert à la déterminer. Quand on considère attentivement toutes ces choses, on s'étonne également & de ce que ces deux substances cohabitent dans l'athmosphère sans contracter cette union d'où résulte l'acide nitrique, & de ce qu'elles la contractent par la seule condition de la température ou de l'accumulation de la matière de la chaleur. On est ramené malgré soi à cette sage réflexion de M. Monge : qu'il paroit contraire à ce qui s'observe généralement en Chymie, qu'*en augmentant la dose du dissolvant, on diminue son adhérence avec ses bases* : je ne répéterai pas ce que j'ai dit ailleurs pour essayer de lever cette difficulté (*V. affinité*, §. *III*, *sect. 2*, *6e. loi*); j'ajouterai seulement que je suis plus éloigné que personne de me contenter d'explications fondées sur de prétendues modifications d'un même corps sans intervention d'un autre agent matériel, & que, dans le cas où cette manière d'être de la chaleur, qui la rend présente par-tout, qui en fait réellement le dissolvant universel, ne suffiroit pas pour faire cesser cette contradiction apparente, je ne refuserois pas l'aveu qu'il nous manque encore quelque connoissance pour rendre parfaitement raison de ce qui se passe dans ces circonstances. Il ne seroit pas impossible, par exemple, que la lumière qui fait passer l'acide nitrique à l'état d'acide nitreux, qui sépare par conséquent de l'azote une portion de la base de l'air vital, jouât aussi un rôle dans l'acte de leur première combinaison. Au surplus, quelque conjecture que l'on veuille former sur la nature de l'agent dont la présence ou l'absence constitue ici deux conditions différentes d'affinité, la démonstration des vraies parties constituantes de l'acide n'en est pas moins complète.

Si l'on a tant de répugnance à admettre qu'une température plus ou moins élevée puisse déterminer ou suspendre la combinaison de deux corps actuellement fluides, combien ne seroit-il pas plus contraire à toutes les idées reçues de supposer que le *produit* de la combinaison des deux mêmes substances varie suivant la température à laquelle elle s'opère! C'est cependant ce que demandent les Chymistes qui s'obstinent à ne reconnoitre qu'un seul principe combustible; & celui de tous qui soutient cette doctrine avec le plus de sagacité, le célèbre Kirwan, est encore dans l'opinion que le même principe qui forme de l'eau à la chaleur rouge, ne produit que de l'air fixe à une moindre chaleur; il suppose d'autre part que *dans la distillation du nitre per se*, ce principe que nous regardons comme sa base, *peut être décomposé & brûlé* (*Essai sur le phlogistique*, &c. *sect.* 4); ce que j'ai dit précédemment de l'intensité de chaleur nécessaire à la combinaison de l'azote, exclut à la fois l'une & l'autre de ces suppositions, puisqu'il en résulteroit qu'on ne devroit obtenir que de l'eau de la combustion du gas azote par l'étincelle électrique, & à plus forte raison, quand il s'enflamme en même temps que le gas hydrogène auquel il se trouve mêlé accidentellement. Nous voyons au contraire que le gas hydrogène pur ne fournit jamais d'acide nitrique; que le gas azote ne se convertit jamais en eau; que dans les expériences où ils se rencontrent exposés à une température convenable, en contact avec l'air vital, les quantités d'eau & d'acide nitrique sont constamment proportionnelles aux quantités que ces deux fluides élastiques portent dans leurs composés respectifs : l'acide nitrique est donc le seul & unique produit de la combustion du gas azote.

Je conviens, avec M. Kirwan, qu'on ne doit pas refuser toute croyance à ceux qui assurent avoir vu l'eau de chaux se troubler quand ils faisoient passer l'étincelle électrique dans l'air commun; mais de ce que le fait est possible, de ce qu'il est arrivé quelquefois, il faut se garder aussi d'en conclure qu'il soit un résultat nécessaire de l'opération. Ce Physicien a recueilli avec soin toutes les observations qui pouvoient annoncer dans l'acide nitrique & dans ses composés, ou dans les résidus de sa décomposition, une portion de ce gas carbonique qu'il regarde comme le *principe acidifiant* unique & universel; &

c'est d'après ses propres expériences que M. Berthollet a fait voir qu'il suffisoit qu'une molécule de 0,006 grain de charbon eût été portée accidentellement dans l'air ou dans les autres matieres employées, pour produire une quantité de gas acide carbonique sensible à l'eau de chaux ; que dès-lors il n'étoit pas étonnant qu'il s'en trouvât un peu dans la plupart des opérations chymiques. Concluons donc avec lui que ce n'est pas par ces *petites quantités* d'un produit variable & accidentel qu'on peut infirmer les preuves directes & rigoureuses de la composition de l'acide nitrique (*Notes sur la sect. IV de l'Essai sur le phlogistique*).

Expérience XLVII.

Si l'on plonge une chandelle allumée dans un grand vaisseau cylindrique rempli de *gas ammoniacal* (*air alkalin de M. Priestley*), on observe, dit ce Physicien, qu'elle s'y éteint plusieurs fois de suite ; mais à chaque fois la flamme est considérablement agrandie par la réunion d'une autre flamme de couleur jaune pâle ; & à la fin cette flamme légère descend du haut du vaisseau jusqu'au fond. Si on présente seulement la chandelle allumée à l'orifice du vaisseau rempli de ce gas, la flamme jaunâtre s'élève d'environ deux pouces plus haut que celle de la chandelle (*Expér. &c. part II. sect. 1*).

Remarques. Cette expérience prouve suffisamment que le gas ammoniacal doit être compté au nombre des substances qui agissent sur l'air à la maniere des combustibles ; mais il est aujourd'hui bien prouvé que ce gas est composé d'hydrogène & d'azote, M. Berthollet est même parvenu, par les moyens les plus ingénieux d'analyse, à indiquer, en poids, le rapport des quantités de ces parties composantes, savoir 0,193 d'hydrogène & 0,807 d'azote (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. ann. 1785, pag. 325*), il ne peut dès-lors en résulter que les produits de ces matieres dans les mêmes proportions, à supposer que la combustion s'opère à la fois & complétement pour l'une & pour l'autre. Il y a lieu de croire que cela n'a pas lieu dans l'expérience ci-dessus, & que l'hydrogène seul éprouve la combustion, tandis que l'azote, qui s'allume difficilement, se dissipe en état de gas ; du moins n'a-t-on eu jusqu'à présent aucun moyen de s'assurer de la formation d'un peu d'acide nitrique.

On sait encore que l'étincelle électrique décompose le gas ammoniacal, au point de le rendre immiscible à l'eau, & que le gas résidu, qui occupe lui seul un espace à peu près double du composé aériforme, n'est plus que du gas azote ; c'est ce qui a été bien démontré par M. Berthollet, qui l'a soumis ensuite à l'expérience de M. Cavendish ; mais cela même annonce que lors de la décomposition du gas ammoniacal, l'azote n'éprouve réellement aucune combustion.

Il en est autrement de l'hydrogène qui disparoit entièrement. Ce phénomène a fort embarrassé la plupart des Chymistes, qui ont été presque tentés d'admettre une combustion sans le concours de l'air ; mais il me semble facile de rendre raison de ce qui se passe dans cette opération, ainsi qu'elle a été décrite par MM. Priestley, Berthollet & Van-Marum : le mercure qui enfermoit leur gas n'étoit probablement pas plus pur, ni dans un état métallique plus parfait, que celui dont s'est servi M. du Vernois dans les expériences ci-devant rapportées (*page 682*) ; or, nous avons vu que, même avant que la température eût atteint le 60e. degré, le gas hydrogène éprouvoit déjà une diminution par l'action de quelque portion d'oxide mercuriel. Telle est vraisemblablement la cause de la décomposition du gas ammoniacal dans des circonstances tout-à-fait analogues ; la température, bien plus élevée par le feu électrique renouvellé, favorise la combinaison de l'hydrogène avec la base de l'air fixée dans l'oxide mercuriel, qui se trouve ainsi réduit ; l'azote affranchi de l'union qui le tenoit dans l'état de condensation, s'empare de la chaleur rendue libre & reparoit sous le volume qui est propre à sa nouvelle composition. Je ne doute pas que l'on ne parvienne à vérifier cette explication en opérant cette décomposition du gas ammoniacal ou en plus grande masse ou dans des vaisseaux où il aura été introduit après qu'ils auront été purgés d'air, pour qu'il n'ait plus le contact du mercure.

L'observation suivante peut déjà faire juger avec quelle facilité les oxides de mercure décomposent le gas ammoniacal même à la température moyenne.

Ayant mis dans ce gas enfermé par le mercure un fragment d'oxide mercuriel jaune par l'acide sulfurique (*turbith minéral*) bien lavé & très-sec, dans la vue d'y appliquer la flamme de la bougie au moyen du petit appareil décrit ci-devant (*Exp. XIII*), le mercure remonta spontanément jusques dans le bulbe de la cornue avant toute application de la bougie, le thermomètre se tenant ce jour-là à 11 degrés + 0. On pouvoit soupçonner que cette diminution étoit l'effet d'un peu d'eau ou même d'un peu d'acide que retenoit encore l'oxide ; mais la décomposition fut prouvée en ce que le gas résidu se trouva absolument sans odeur.

On démontre encore d'une manière moins équivoque le peu d'adhérence de l'hydrogène à l'azote ; pour cela il suffit d'enfermer dans ce gas, sur le mercure, un fragment d'oxide de plomb blanc ; à mesure que l'on l'échauffe, en portant la bougie sous l'appareil, le mercure remonte très-rapidement, le plomb se trouve réduit, & le gas résidu n'est plus que de l'azote.

A la vérité, on n'observe pas dans ces circonstances que le gas azote augmente de volume comme après la décomposition du gas ammoniacal par l'étincelle électrique ; ce qui pourroit faire douter que ce phénomène dépendît réellement de la quantité de calorique que l'azote auroit repris en devenant libre : mais il est possible qu'il y ait ici une partie de l'ammoniaque fixée en nature & sans décomposition ; d'ailleurs les Académiciens d'Harlem nous ont appris que le gas azote exposé seul au rayon électrique acquéroit une expansion d'un 8e. de son volume,

qu'il conservoit jusqu'au lendemain; enfin l'accroissement de volume permanent que M. du Vernois a remarqué dans ses essais sur l'expansibilité du gas ammoniacal (*Voyez ci-devant page 684*), nous fait sentir toutes les difficultés d'obtenir ce gas assez pur, assez exempt d'ammoniaque en vapeur, pour qu'il ne s'y joigne pas une portion additionnelle de nouveau gas, & peut-être ne faut-il pas chercher d'autre cause de l'augmentation de volume du gas ammoniacal décomposé par le rayon électrique.

Expérience XLVIII.

Pour n'omettre aucune des substances combustibles, de celles sur-tout qui paroissent se rapprocher davantage de l'état de simplicité, ou qui peuvent en brûlant donner lieu à la production de quelque combinaison nouvelle avec la partie fixe de l'air, je dois encore faire état du *diamant*.

Sur un support fixé au fond d'une cuvette remplie d'eau ou de mercure, on établit une petite soucoupe de porcelaine dure, sans couverte, dans laquelle on a mis un ou plusieurs diamans; on renverse dessus une grande cloche de verre crystallin; on y élève l'eau ou le mercure jusqu'au tiers environ de sa hauteur, par la succion de l'air, & on dirige sur les diamans le foyer d'une forte lentille.

Si, dès le premier instant, les diamans sont exposés à toute la violence du feu solaire, ils décrépitent & lancent de petits éclats; si on les approche par degrés du foyer, ils brûlent insensiblement. On observe quelquefois à leur surface un bouillonnement qui sembleroit annoncer un léger commencement de fusion; en effet, on remarque à la fin sur la soucoupe quelques points vitrifiés ou même creusés dans les endroits où les diamans touchent à la porcelaine.

Pendant l'opération, il se dépose sur les diamans une matière noire comme charbonneuse, ressemblant à du noir de fumée, assez abondante pour noircir les doigts; ce noir disparoit quelquefois & se reforme de nouveau.

Les diamans se consument plus lentement sous la cloche qu'à l'air libre; mais quand on cesse d'y entretenir le faisceau de rayons, l'eau remonte au dessus du point où elle étoit avant l'expérience; il y a de même absorption dans la cloche au mercure quand on y introduit de l'eau. En repesant les diamans, après le refroidissement, on trouve qu'il s'en est détruit une partie, en proportion de la quantité d'air renfermée dans les vaisseaux.

Enfin l'eau de chaux portée dans ces récipiens, se trouble & dépose une terre qui fait effervescence avec les acides comme le carbonate de chaux.

Remarques. C'est ainsi que le célèbre Macquer donne les résultats des expériences faites par M. Lavoisier sur cette précieuse matière, avec le grand verre ardent de M. de Trudaine, expériences auxquelles il avoit lui-même eu part, ainsi que plusieurs autres Membres de l'Académie (*Diction.* au mot *diamant*).

Les expériences faites en 1694 par les Académiciens de Florence, sous les yeux de Come III, au moyen du verre ardent, répétées depuis à Vienne, au feu des fourneaux, avoient bien appris que le diamant se détruisoit au feu. Il avoit été vérifié par les essais de MM. Rouelle, Macquer & d'Arcet, que ce n'étoit pas une simple volatilisation; que le diamant ne donnoit rien à la distillation & n'éprouvoit qu'un simple déchet à raison de l'air contenu dans les vaisseaux; qu'il brûloit à l'air libre avec une flamme lumineuse, & qu'il se conservoit au plus grand feu, lorsqu'il étoit entouré de poussière de charbon; mais rien ne pouvoit encore faire soupçonner ce que devenoit sa substance: préoccupé de l'existence du phlogistique, on imaginoit que le diamant, formé presqu'en entier de ce principe, pouvoit s'échapper comme lui, même à travers les vaisseaux, sous forme de chaleur & de lumière; c'est ce qu'insinue le célèbre Schéele (*Traité du Feu*, §. 77).

On voit présentement que le diamant décompose l'air en brûlant, & qu'il doit ainsi se former un composé quelconque de la partie fixe de l'air & de la substance propre de ce combustible. L'expérience de M. Lavoisier indique une production de gas acide carbonique; & si le fait étoit bien décidé, c'est-à-dire si l'on avoit acquis 1°. que ce produit est constant, 2°. qu'il représente avec toute l'exactitude qu'on peut desirer le poids de l'air & du diamant qui ont disparu, 3°. qu'il ne se retouve dans les vaisseaux aucune autre matière, 4°. enfin, que le gas résidu n'a souffert qu'une diminution d'air vital sans aucune altération, il n'y auroit pas moyen de se refuser à la conséquence que le diamant & le carbone sont deux êtres identiques. Mais il s'en faut bien que ces points préliminaires soient suffisamment établis; en supposant même que le gas acide carbonique soit un produit constant & nécessaire de la combustion du diamant, on n'en pourroit pas conclure encore que ce fût du carbone pur, jusqu'à ce que la correspondance des poids de toutes les matières consommées avec le poids de ce produit, eût démontré qu'il ne s'en sépare aucune autre matière. Si c'étoit, par exemple, un composé de carbone & d'azote unis intimement, il est évident que l'on risqueroit de méconnoitre la seconde partie constituante, si l'on se dispensoit de soumettre le gas résidu à un rigoureux examen. J'ajouterai que, dans le récit de l'expérience que j'ai rapportée, il y a une circonstance qui me paroit s'opposer à ce que l'on regarde le diamant comme la pure base acidifiable de l'acide carbonique: c'est qu'il noircit lorsqu'on le tient au foyer, ou, pour mieux dire, qu'il se convertit lui-même en une matière charbonneuse; or il seroit difficile d'imaginer quelle pourroit être la cause de ce premier degré d'altération, puisqu'il n'y a ici d'autres agens que l'air & la chaleur accumulée; il seroit bien plus difficile de concevoir comment il arriveroit en

même temps que la combustion fût assez avancée pour dénaturer le combustible, & qu'elle ne le fût pas assez pour donner au produit de cette affinité la couleur & la forme qui lui sont propres : la séparation d'une matière noire à la surface du diamant annonceroit donc que le charbon y est dans un état de composition qui masque ses propriétés habituelles, que le charbon y existe saturé d'un autre principe quelconque, fût-il aussi subtil & aussi incoërcible que la lumière.

J'ai annoncé dans mes notes sur la XVe. dissertation de Bergman, qu'après avoir répété les expériences qui plaçoient infailliblement le diamant au rang des combustibles, j'avois entrepris d'en recueillir la partie fixe, en le traitant par les procédés que l'on appelloit alors *déphlogistiquans*. Aucun ne me réussit que le nitre en fusion, dans lequel je vis très-clairement qu'il éprouvoit une vraie combustion, quoiqu'il n'y eût pas de détonnation sensible, puisqu'il disparoissoit en totalité ; mais la quantité de terre détachée du creuset par l'action du nitre alkalisé m'empêcha absolument de distinguer ce que le diamant pouvoit y avoir laissé ; on y parviendra probablement en opérant sur quelques karats, avec du nitre très-pur, mis en fusion dans un creuset d'or : le platine auroit l'avantage d'être plus infusible, mais j'ai fait voir qu'il étoit attaqué par le nitre.

Nous voilà parvenus au terme de l'examen des divers changemens que l'air éprouve dans les combustions, suivant la nature du combustible. Quelque longue que soit cette exposition, on ne me reprochera pas, je pense, le temps que j'y ai consacré, si l'on fait attention que c'étoit la première base à donner aux principes que je me propose d'établir. Il s'en faut encore beaucoup que j'aie épuisé tous les faits qui doivent venir en preuve de cette doctrine ou la fortifier en y trouvant la seule explication dont ils soient susceptibles ; mais nous en avons assez pour asseoir les premières conséquences ; & après les avoir recueillies, on verra sans doute avec plus d'intérêt les preuves synthétiques, on en saisira bien plus facilement l'objet, on sera plus en état de les apprécier : je ne différerai donc de présenter la conclusion de cette grande analyse de l'air, que pour la rendre plus complète, en déterminant encore le genre d'altération qu'éprouve le fluide athmosphérique de la part de quelques substances qu'il est impossible de classer avec les combustibles.

§. V. *Du principe que reçoivent de l'air athmosphérique quelques substances non combustibles.*

Il n'est point ici question des corps que l'on dit tourner à l'aigre, à l'acide, à la rancidité, lorsqu'ils restent exposés à l'air ; on peut déjà juger que ce sont de vraies combustions qui ne sont froides que parce qu'elles sont lentes : ainsi les sulfures métalliques, ou pyrites, brûlent réellement lorsqu'ils s'effleurissent ; ainsi le muqueux végétal & animal ne s'acidifie qu'en s'appropriant cette même partie de l'air qui sert à la combustion, comme nous le dirons en parlant de la fermentation acéteuse ; c'est ce qui a lieu, quoique d'une manière encore plus insensible, même pour les huiles, puisque l'on est maître de hâter leur altération par les procédés qui facilitent la combinaison du même principe avec les vrais combustibles (*Voyez acide nitrique*, §. 7). Ce n'est pas non plus le lieu de traiter de la fermentation putride, ni des changemens que l'air éprouve par l'action végétative, à l'aide de la lumière ou en son absence ; ce sont bien les mêmes élémens qui sont en jeu dans ces grands phénomènes ; mais nous ne sommes pas encore assez préparés pour en suivre la marche beaucoup plus compliquée : je dois me borner en ce moment à des observations dont les conséquences soient plus directes : l'eau & les substances appellées caustiques m'en fourniront le sujet. Le phénomène de l'absorption de l'air par le charbon & par d'autres matières qui le rendent comme elles l'ont reçu, n'appartient pas à cette section.

I. En parlant de la dissolution de l'eau par l'air de l'athmosphère (*ci-devant*, *page 687*), nous ne l'avons considérée que comme une surcomposition de ce dernier, parce qu'on n'a aucune indice qu'il abandonne quelque portion de ses principes en entrant dans cette combinaison. L'expérience suivante annonce qu'il en est autrement de la dissolution de l'air par l'eau.

Expérience XLIX.

On prend de l'eau nouvellement distillée, on en remplit les trois quarts d'une bouteille, l'autre quart étant plein d'air commun ; on renverse cette bouteille dans une petite cuvette, dans laquelle on a mis de la même eau, & on laisse le tout en repos pendant environ un mois. Après cet intervalle de temps, on remarque une diminution sensible dans le volume de l'air ; sa qualité se trouve altérée au point de n'indiquer par exemple à l'eudiomètre de M. Fontana, que 0,24 d'air vital, au lieu de 0,28 que le même air donnoit auparavant. Enfin si on fait bouillir l'eau dans un vaisseau appareillé pour recueillir le fluide aériforme qui se dégage pendant l'ébullition, on obtient de l'air dans lequel la chandelle brûle plus vivement que dans l'air athmosphérique.

Remarques. C'est au célèbre *Scheele* que l'on doit la première observation de ce fait ; il assure même qu'en ne laissant que la dixième partie de l'air dans la bouteille, le gas résidu éteint la chandelle (*Traité du Feu*, §. 94). M. Priestley n'a pas eu une décomposition aussi complète, mais il convient qu'en employant moins d'air & plus d'eau, l'air qui reste s'approche davantage de la qualité d'*air phlogistiqué* (*Continuation*, &c. *part. II*, *sect. 3*). Scheele avoit aussi cherché à reconnoître quelle seroit l'action de

l'eau distillée récente sur l'air diminué ou gas azote, & il avoit vu qu'au bout de 15 jours, *l'eau n'en avoit encore rien absorbé.* Mais M. Kirwan a déjà remarqué, dans ses notes, que, sur ce point, les expériences de M. Priestley sont contraires : en effet, ce Physicien assure avoir fait prendre à l'eau privée de son air par l'ébullition non-seulement de l'air commun, mais aussi de l'air phlogistiqué & de l'air inflammable (*L. cit. sect.* 9). Il rapporte ailleurs avoir retiré de l'air de qualité plus ou moins inférieure de diverses eaux de pompe, de source, de rivière (*part. III, sect. 17*) : cependant il confirme encore que l'air qu'il a ensuite chassé de l'eau, après lui avoir fait absorber de l'air commun, s'est montré plus pur à l'épreuve ; que dans ces circonstances, l'air qu'il nomme déphlogistiqué, a été lui-même amélioré. Pour ce qui est de l'air phlogistiqué, il ne le trouva nullement corrigé. Un autre fait auquel on ne se seroit guère attendu, & qui par cela même mérite de trouver place ici, c'est qu'une eau thermale près de Bristol, portée au degré de l'ébullition, a laissé échapper de l'air dont la pureté étoit telle qu'il prenoit une égale quantité de gas nitreux avant qu'il y eût augmentation de volume : cette observation se trouve dans une lettre de M. Becket que M. Priestley a insérée à la suite de la seconde partie de sa Continuation.

On peut conclure de là que l'eau a réellement la propriété, sinon de décomposer l'air en s'appropriant un de ses principes & refusant de s'unir à l'autre, comme Scheele l'avoit pensé, du moins d'attirer plus volontiers la partie pure de l'air, suivant les expressions de M. Kirwan. Il faut même que cette affinité ou attraction de choix soit assez puissante, puisqu'elle ne devient efficace qu'autant qu'elle l'emporte sur l'affinité qui existe certainement entre les deux espèces de fluide aériforme qui constituent l'air athmosphérique. On ne sera plus étonné, après ce qui a été dit précédemment, que cette attraction soit d'autant plus forte que l'eau est plus privée d'air, c'est la marche ordinaire des combinaisons. Je ne dois pas négliger de réunir à ces preuves un autre fait qui se trouve encore dans l'immense collection du D^r. Priestley, qui est qu'en passant & repassant du gas nitreux dans l'eau, il diminue à chaque fois (*Continuation, &c. part. III, sect. 19*) ; ce qui ne peut venir que de l'air vital qui s'y trouve. A la vérité, M. Fontana dit avoir observé que l'eau bouillie, ou privée de son air par la machine pneumatique, diminue encore *plus facilement* le gas nitreux que celle qui a subi ces opérations préliminaires (*Recherches sur l'air nitreux*) ; on pensera sans doute que cette expérience doit être refaite avec les précautions dont la pratique perfectionnée de la manipulation des gas nous a fait connoître la nécessité ; d'autant plus que ce Physicien étoit encore dans l'opinion que les *airs malfaisans* devenoient salubres par leur agitation dans l'eau. S'il étoit vérifié que l'eau privée d'air causât quelque altération au gas nitreux, il n'y auroit guère d'autre explication probable que celle qui supposeroit qu'elle le dépouille réellement d'une portion de son oxigène, ainsi que cela arrive avec les sulfures ; mais il faut se garder d'admettre une pareille conséquence avant un nouvel examen.

Cette propriété de l'eau ne nous intéresse pas seulement par ses rapports avec l'état de l'athmosphère ; je ne doute pas que l'on n'en tire quelque parti dans la suite, quand ce ne seroit que pour améliorer une quantité d'air, ou bien pour séparer la portion d'air pur que recèleroit accidentellement le gas azote que l'on destineroit à des expériences délicates. Au reste, je ne puis trop recommander, dans tous ces essais, de tenir compte de la lumière, dont l'influence, encore trop peu connue, peut seule nous donner la clef d'un grand nombre de phénomènes qui se refusent jusqu'à présent à toute explication.

J'ai déjà eu occasion de parler du moyen très-ingénieux indiqué par Scheele pour manifester la présence de l'air vital dans l'eau, & qui consiste à en remplir un petit flacon dans lequel on ajoute un crystal de sulfate de fer, qui se dissout sans troubler la liqueur s'il n'y a point d'air; qui dans le cas contraire dépose un oxide jaune. *Voyez* RÉACTIFS.

II. La chaux, la magnésie, la baryte, dans la classe des terres, les alkalis & les oxides métalliques ont une propriété commune qui les a fait appeller *caustiques*. Il n'est rien de plus facile que de démontrer que l'état de ces substances change par leur exposition à l'air ; elles en reçoivent donc quelque principe, c'est ce que nous allons examiner.

EXPÉRIENCE L.

On laisse à l'air libre un morceau de chaux ou de pierre calcaire récemment calcinée, dont on a pris exactement le poids; au bout de quelques jours, cette chaux se trouvera avoir acquis environ 0,18 de son poids, elle aura recouvré la propriété de faire effervescence avec les acides, que la calcination lui avoit enlevée; traitée de nouveau au feu dans un appareil propre à recueillir ce qui s'en dégage, elle fournira, comme auparavant, 0,11 de son poids d'eau insipide & 0,34 de gas acide carbonique. La quantité de ce dernier se détermine encore plus exactement en dissolvant, à la manière de Bergman, la chaux ainsi éteinte à l'air dans un acide très-délayé, afin que le gas seul s'échappe du flacon, & que la perte de poids en donne la mesure (*Voyez ci-devant page 81*).

L'eau dans laquelle on a fait dissoudre un peu de chaux, & que l'on a ensuite filtrée pour en séparer ce qui n'est pas véritablement dissous, met encore plus en évidence cette recomposition de la chaux avec le gas acide carbonique; abandonnée à l'air, il s'y forme bientôt une pellicule saline qu'on a nommée *crême de chaux*, qui est du vrai carbonate de chaux ou pierre calcaire régénérée.

Il en est de même de la magnésie & de la baryte.

Bergman admet aussi une combinaison de l'alumine avec l'*acide carbonique ;* on trouvera à cet article (§. VI) les raisons qui m'en font douter : d'ailleurs il convient lui-même que la terre précipitée de l'alun sèchée & durcie ne paroit pas se charger sensiblement de ce principe gaseux.

Les trois alkalis exposés à l'air libre, dans leur état de pureté ou de causticité, se trouvent, après un temps plus ou moins long, avoir acquis les mêmes propriétés que si on les eût saturés directement de gas acide carbonique : la volatilité de l'ammoniaque en dérobe en grande partie les traces; la lenteur de la saturation en a fait long-temps méconnoître l'effet pour la potasse; mais c'est un point généralement accordé.

Enfin les oxides métalliques éprouvent à l'air libre une surcomposition du même genre. Que l'on verse de l'acide nitrique sur l'oxide de plomb demi-vitreux (litharge du commerce) récemment préparé, il n'y aura aucune effervescence; qu'on répète cette opération après l'avoir laissé quelques jours à l'air, il y aura effervescence très-marquée, & le gas qui l'occasionnera, recueilli dans l'appareil pneumato-chymique, se trouvera être du gas acide carbonique; le poids acquis depuis la calcination est en proportion de cet effet & peut le faire juger d'avance. L'illustre Bergman est le premier qui ait apperçu cette différence en comparant les *fleurs de zinc anciennes* avec celles qui étoient récentes (*Differtat. 1*, §. *21*).

Remarques. Ces faits donnent lieu à une question fort importante à l'analyse de l'air; le principe qu'en reçoivent ces corps, y existe-t-il tout formé, ou est-il le produit d'une composition nouvelle dont ils fournissent eux-mêmes une des parties constituantes? La dernière opinion a pu être admise comme la plus vraisemblable, tant que l'on n'a pas connu la vraie formation du gas acide carbonique, tant que l'on n'a pas été détrompé sur la vraie cause de la causticité, sur la présence dans les caustiques d'une matière semblable à celle que les Stahliens supposoient dans tous les combustibles. C'est en ce sens que j'ai dit moi-même, aves le célèbre Fontana, que l'air qui entre dans la composition de quelques corps en état d'air vital, en sort le plus souvent en état de gas acide carbonique (*Voyez ci-devant page 87*). Mais cette proposition est maintenant circonscrite aux seuls corps qui contiennent le carbone, aux seules opérations dans lesquelles la combinaison de l'air vital & du carbone peut s'effectuer. On sait d'ailleurs qu'il n'existe point de carbone dans les caustiques, si ce n'est accidentellement & en quantité si foible, qu'elle est hors de toute proportion avec l'effet que l'on voudroit lui attribuer; on sait que le carbone ne s'acidifie qu'à une très-haute température ou dans des cas d'affinité disposée qui ne se rencontrent pas ici; on a prouvé enfin que l'extinction de la chaux dans laquelle les phénomènes de la causticité se montrent à leur plus haut degré d'intensité, s'expliquoient naturellement & sans principe hypothétique par l'avidité avec laquelle l'eau est attirée par la chaux, & le calorique que ce fluide abandonne, au point de prendre la forme solide de la chaux, s'il n'est pas en excès. Il est donc désormais impossible de ne pas reconnoître que l'acide gaseux qui dulcifie les substances caustiques exposées à l'air, leur est transmis comme tel.

Je l'avouerai cependant; il n'est pas sans difficulté de comprendre comment l'air peut contenir tout le gas acide que les substances caustiques ne manquent pas d'absorber, en quelque lieu que l'on les place. Personne n'ignore qu'il doit se produire tous les jours une énorme quantité de gas acide carbonique par la combustion des matières charbonneuses, par la respiration des animaux, par la fermentation des muqueux, par la putréfaction des substances organiques: quelques Physiciens n'ont pas dissimulé qu'ils étoient effrayés lorsqu'ils considéroient jusqu'à quel point l'air devoit être rendu nuisible par les produits réunis de ces quatre causes habituelles, sur-tout dans les lieux habités; & d'après cela la saturation des substances caustiques sembleroit une suite toute naturelle de cette multitude d'effluves gaseux. Mais d'autre part, on remarque que l'air athmosphérique ne tient réellement qu'une quantité *presque inappréciable* de ce gas acide, ce sont les expressions du célèbre Kirwan (*Journ. phys. t. 26, p. 416*); de sorte qu'on a cru pouvoir en conclure que ce gas étoit décomposé presque aussi promptement soit par la végétation, suivant les expériences de M. Ingenhousz & Sennebier, soit par d'autres moyens encore inconnus.

En effet, M. Fontana dit avoir répandu 20000 pouces cubiques de gas acide carbonique dans une chambre dont les fenêtres & les portes étoient fermées, & qu'au bout d'une demi-heure, il ne put en découvrir la moindre trace (*Journ. phys. tom. 23, p. 188*). Ce Physicien a agité long-temps un pouce cube d'infusion de tournesol avec 700 pouces cubes d'air commun, sans qu'elle ait été altérée en rouge, & Bergman a reconnu qu'un pouce cube de gas acide rougissoit sensiblement 50 pouces cubes de cette infusion. M. Kirwan a mêlé & agité de même tantôt 18 pouces cubes d'air commun avec 2 pouces cubes d'eau de chaux, tantôt 18 pouces d'eau de chaux avec 2 pouces d'air commun, & il n'a pas apperçu le moindre nuage. J'ai moi-même fait passer, au moyen d'un grand soufflet, jusqu'à 1200 pouces cubiques d'air commun dans un cylindre de verre tenant 10 pouces cubiques d'eau de chaux sans lui occasionner une altération sensible, tandis qu'un 20e. de pouce cube d'eau imprégnée d'un égal volume de gas acide carbonique y occasionnoit sur-le-champ un nuage, qui disparoissoit à la vérité totalement par l'agitation, & qu'un demi-pouce cube de la même eau donnoit au mélange une couleur laiteuse permanente. Il est bon d'avertir que, dans cette expérience, je recevois immédiatement l'air d'une fenêtre élevée, & que j'avois choisi un temps [illegible] d'une légère pluie.

La difficulté de concilier ces observa[illegible] avec les faits

faits qui annoncent la présence habituelle de ce gas acide tout formé dans l'air, ne vient, ce me semble, que de ce que nous donnons une valeur absolue à des puissances d'affinité qui ne sont que relatives. Il est bien certain que l'acide carbonique précipite sur-le-champ la chaux dissoute dans l'eau, quand il y est porté en quantité suffisante, quand il lui y est présenté en masse, c'est-à-dire, en état de gas pur, ou condensé dans l'eau; mais cette affinité a en même temps deux affinités à vaincre, lorsqu'on ne porte dans l'eau de chaux qu'un peu de ce gas dissous dans un volume d'air 40 ou 50 fois plus considérable: la *première* est l'affinité de la chaux avec l'eau, affinité qui, suivant les règles établies, devient d'autant plus forte qu'il reste plus du dissolvant pour retenir le corps dissous; la *seconde* est l'affinité du gas lui-même avec l'air, qui résiste d'autant plus à la séparation, que l'air y est en plus grande proportion, d'autant plus que le gas est plus défendu du contact de la substance pour laquelle son attraction élective est réellement plus forte; je ne vois pas pourquoi il n'en seroit pas ici de même que dans l'opération du départ, par exemple, où l'on sait que l'action de l'acide nitrique sur l'argent reste inefficace, si ce dernier est allié d'une certaine quantité d'or.

Voilà ce que l'on n'a guère considéré jusqu'à présent, ce qui se déduit pourtant tout naturellement de l'observation, & qui suffit pour tout éclaircir.

M. Whytt a trouvé que les dernières portions de chaux adhéroient tellement à l'eau, que 12 onces d'eau de chaux en retenoient encore un grain après avoir été exposées 19 jours à l'air libre (*on lime-water*). On a vu précédemment (*page 734*) que 100 grains d'air vital, formant un volume d'environ 200 pouces cubiques, qui ne causoient aucune altération à l'*eau de chaux*, perdoient dans le *lait de chaux* 2,65 grains, c'est-à-dire qu'ils contenoient à peu près 3,6 pouces cubes de gas acide carbonique ou 0,018 du volume total. Dans le premier cas, la chaux unie à l'eau au point de saturation n'a pu enlever le gas à l'air; dans le second, la chaux qui se trouvoit en excès a exercé plus librement son affinité. J'ai mis deux pouces cubiques d'eau de chaux dans une petite capsule évasée, sous un récipient, de la capacité de 150 pouces cubes, rempli d'air commun qui n'altéroit pas le moindrement l'eau de chaux en la traversant; les bords inférieurs du récipient étoient plongés dans le mercure. Je laissai le tout en cet état, sur la tablette d'une fenêtre exposée au midi, l'espace d'un mois, pendant lequel la chaleur opéra plusieurs fois une sorte de distillation d'une portion de l'eau qui se condensoit en gouttes sur les parois du récipient (1): j'apperçus à la fin, à la surface de l'eau de chaux, une pellicule extrêmement fine, mais très-sensible, dont la formation ne sauroit être attribuée qu'à la circonstance même de ces distillations répétées; & peut-être que ce qu'on nomme *crème de chaux* ne se forme aussi qu'à la faveur d'un commencement d'évaporation qui laisse une portion d'eau sursaturée de chaux, & met celle-ci en état d'agir avec plus d'énergie sur le gas acide (2). Enfin l'illustre Bergman rapporte que lorsqu'on laisse ouvert, même dans un lieu tranquille, un vase cylindrique rempli de gas acide carbonique, la couche supérieure se mêle bientôt à l'air commun & qu'à la fin toute la masse est changée (*Dissertat. I*, §. *25*): il n'y a très-certainement qu'une force d'affinité qui puisse vaincre l'excès assez considérable de pesanteur spécifique qui s'oppose à ce déplacement.

Cette affinité une fois reconnue, non-seulement il devient facile de concevoir pourquoi l'air retient une petite portion de gas acide carbonique, au point de ne le pas céder même à la chaux, lorsque celle-ci est de son côté en combinaison avec l'eau; on voit encore pourquoi, malgré les causes si multipliées de production de ce gas acide, on ne le rencontre en masse que dans les lieux mêmes où il se forme; pourquoi l'extinction de la chaux, la dulcification des alkalis n'est jamais qu'un effet lent & successif; pourquoi ce gas ne manque nulle part aux végétaux qui ne peuvent croître qu'en s'appropriant un de ses principes; pourquoi il existe enfin jusques sur les sommets des montagnes, loin desquels il devroit être enchaîné par son poids, jusques sur ces rochers escarpés dont n'approche aucun être organisé qui puisse en fournir les matériaux. Le célèbre Saussure, dans son expédition sur la cime du Mont-blanc, en 1787, vit se former en sept quarts d'heure une pellicule couleur d'iris à la surface de l'eau de chaux qu'il avoit eu la précaution d'étendre de partie égale d'eau pure, pour ne pas se méprendre à l'effet de l'évaporation (*Relation*, &c. *pag. 27*); des lames de papier imbibées de potasse pure en liqueur, & exposées sur la cime pendant une heure & demie, se trouvèrent desséchées, & firent une très-vive effervescence avec les acides.

Cessons donc de nous étonner qu'une substance avide de gas acide carbonique ne puisse être abandonnée à l'air libre, sans se charger de ce principe; cessons de croire que la quantité qu'en recèle le fluide athmosphérique soit *inappréciable* (3); elle ne l'est que lorsque les instrumens que nous employons pour l'en séparer, ne sont pas assez puissans. On doit espérer de parvenir à déterminer ce que l'air commun tient

(1) J'ai déjà eu occasion de parler de cette expérience, dans la note de la page 672.

(2) Lorsque j'ai fait passer de l'air par l'eau de chaux, au moyen d'un soufflet, il n'y a eu, comme je l'ai dit, aucun nuage dans la liqueur; mais j'ai toujours remarqué une pellicule à la surface, & en même temps une diminution qui ne permettoit pas de douter que l'air n'eût emporté un peu d'eau.

(3) Un des faits sur lesquels M. Kirwan insiste pour établir cette proposition, est que M. Cavendish ayant fait brûler avec le gas hydrogène 1040 mesures d'air commun (1673,256 pouces cubiques de France), n'a point trouvé de gas acide carbonique; mais on ne voit pas que ce Physicien ait soumis à l'épreuve le gas résidu, & l'acide nitrique qui se forme dans cette opération, s'empare, à son exclusion, de la petite portion de chaux dissoute dans l'eau.

moyennement de ce gas, quand il traverse l'eau de chaux sans la troubler; d'après cela on pourra calculer le volume d'air commun sur lequel doit agir une quantité donnée de lessive caustique pour se saturer, pourvu toutefois que l'on fasse état de la décroissance d'affinité que nous avons eu plusieurs fois occasion de remarquer; c'est-à-dire que l'air ne cédera pas tout de suite tout le gas acide qui lui sera uni; il arrivera au contraire qu'il le retiendra d'autant plus qu'il en sera plus fortement dépouillé, & qu'en même temps la liqueur caustique agira plus foiblement à mesure qu'elle avancera plus vers la saturation. C'est ainsi que M. Cavendish a observé que l'eau ne prenoit pas d'abord tout le gas acide que contenoit l'air commun, qu'un mélange de 10 parties d'air & d'une partie d'acide gaseux agité dans un peu plus que son volume d'eau distillée, n'y laissoit que la moitié du gas acide, & que le mélange repassé dans de nouvelle eau n'y laissoit encore que la moitié de ce qui lui restoit de ce gas (*Transf. philos. 1784, p. 121*). En attendant cette détermination, il est permis de supposer que l'air de l'athmosphère contient de 0,020 à 0,023 de son volume de gas acide carbonique, puisque nous avons vu que le 40e. mêlé à l'air vital ne se rendoit déjà plus sensible à l'eau de chaux : or, dans cette supposition, 1°. tout ce qui excède cette proportion doit se transmettre de proche en proche en vertu de la tendance des forces d'affinité à l'équilibre, & voilà la cause de la dispersion très-prompte des effluves de ce gas. 2°. Une quantité donnée d'eau de chaux, comme de 18 pouces cubes, tenant environ 9,8 grains de chaux, exigeant conséquemment pour sa saturation 8,8 pouces cubes de gas acide carbonique, se laissera enlever $\frac{1}{8}$ de chaux par 1320 pouces cubiques d'air ou successivement renouvellé, ou qui aura repris de l'air contigu la portion de gas acide qu'il aura d'abord abandonnée; & pour la précipitation complette il faudra le contact d'un peu plus de 8360 pouces cubes du même air.

Je n'ai plus qu'une considération à ajouter pour écarter toute idée d'une prétendue phlogistication de l'air par la chaux, & pour établir en même temps qu'elle reçoit de l'athmosphère le gas acide tout formé: le D^r^. Priestley a retiré de l'eau de chaux *de l'air si pur que l'épreuve fut à 1,0*, & il faisoit le 50e. du volume de l'eau (*Continuat. &c. part. III, sect. 17*). Il est évident que si l'air vital pouvoit être altéré par la chaux, ou entrer en combinaison avec quelques-uns de ses principes, ce seroit, de préférence & avant tout, l'air qui coexisteroit avec elle dans l'eau.

§. VI. *Conséquences des expériences analytiques sur l'air athmosphérique.*

Celui qui aura suivi avec une attention convenable les faits que je viens d'exposer, qui les aura examinés sans prévention, sans autre vue que de démêler la vérité, que de distinguer les résultats essentiels de ceux qui sont variables ou accidentels, je dirois volontiers sans aucune instruction précédente, ne sera pas embarrassé d'en tirer lui-même les conséquences.

Il dira : 1°. nous ne connoissons aucun espace de l'athmosphère dans lequel l'air qui le remplit puisse être considéré comme absolument exempt d'eau, mais cette eau peut en être séparée sans qu'il cesse de manifester les mêmes propriétés; elle n'est donc pas une de ses parties constituantes.

Il dira : 2°. on ne connoît pareillement aucune région de l'air dans laquelle il ne se rencontre une foible portion de gas acide carbonique; c'est encore une substance étrangère, qui y est bien répartie & retenue par affinité, mais dont on peut le dépouiller entièrement sans toucher à ses élémens.

Il dira : 3°. toutes les fois que l'on présente à l'air une des substances appellées combustibles, si la température est assez élevée, ou l'affinité disposée de quelque autre manière, il y a réaction; on trouve un produit qui diffère essentiellement de l'un & de l'autre de ces corps: donc il y a eu combinaison. C'est le combustible ou, si l'on veut, le nouvel être qui le représente, qui augmente de poids; la masse de l'air est diminuée en proportion : donc c'est l'air qui fournit la matière qui s'unit au combustible.

Il dira : 4°. l'air n'est pas seulement diminué de volume & de poids; ce qui en reste n'est plus de l'air comme auparavant, c'est un fluide aériforme qui n'a plus les mêmes propriétés, dans lequel les animaux meurent subitement, dans lequel le feu s'éteint & tous les combustibles demeurent intacts à la plus haute chaleur : il faut de deux choses l'une, ou que ce soit de l'air surcomposé de quelque principe fourni par le combustible, ou que ce soit une des parties constituantes de l'air commun absolument distincte de celle qui s'unit aux combustibles. Mais si c'étoit de l'air altéré par composition, ses propriétés seroient différentes, suivant la nature différente du combustible; elles sont constamment les mêmes. Si c'étoit un surcomposé, sa quantité varieroit nécessairement en raison de ce que chaque combustible pourroit lui communiquer; & le même air épuisé par l'action de quelque combustible que ce soit, laisse toujours le même volume de gas résidu. Si c'étoit un surcomposé, il devroit du moins représenter en poids la portion d'air restante, plus la nouvelle matière qui la compose; & son poids correspond justement à la masse primitive de l'air, moins la portion fixée dans le combustible, & qui le plus souvent peut être rendue à son premier état. Enfin, si c'étoit un surcomposé, il y auroit quelque moyen de faire cesser cette composition, il y en auroit de la produire par la combinaison directe de cette partie de l'air reconnue d'avance & séparément capable d'entretenir la combustion; c'est ce qui n'arrive pas : le gas azote ne redevient point air vital, l'air vital n'est jamais converti en gas azote; on ne trouve celui-ci dans le résidu de toute opération de ce genre que quand il y est porté par l'air employé, qu'en proportion de ce que cet air en tient; ce gas azote

est lui-même un combustible de son genre qui est susceptible de combinaisons, même avec l'oxigène ou base de l'air vital; qui, affranchi des liens de ces combinaisons, se montre tel qu'il étoit auparavant; donc c'est un pur résultat d'analyse, un être simplement séparé du sujet analysé, en un mot, une des parties constituantes de l'air commun.

Il dira: 5°. dans toute opération où l'air est diminué, où une portion de ce fluide perd l'état élastique, il y a chaleur sensible, c'est-à-dire qu'une certaine quantité de calorique est mise en liberté; or, ce calorique est fourni ou par le combustible seul, ou par l'air seul, ou par tous les deux ensemble. Mais la propriété qui caractérise essentiellement le principe de la chaleur, est de produire l'expansion, d'augmenter le volume des corps auxquels il s'unit; & cette expansion est l'état habituel de l'air, tandis que plusieurs combustibles existent sous forme concrète: l'air recèle donc plus de calorique que la plupart des combustibles. Quand de deux corps qui entrent en combinaison, l'un souffre une diminution de volume beaucoup plus considérable que l'autre, il y a au moins la plus forte probabilité que c'est lui qui abandonne le plus de calorique: donc dans la combustion du phosphore, du soufre, c'est de la portion d'air décomposée que se dégage vraisemblablement la plus grande partie de la chaleur. Enfin la chaleur rendue sensible dans quelque combustion que ce soit, répond assez exactement à la quantité d'air consommé; jusques dans ses différences, cette mesure garde encore des rapports manifestes avec la forme fluide ou concrète des substances qui s'unissent, avec l'état de raréfaction ou de condensation du composé qui en résulte; cette chaleur s'accroît de la portion qu'abandonne un combustible élastique, comme l'hydrogène; elle est diminuée par la portion que retient un produit gaseux, comme l'acide carbonique; elle disparoît totalement si l'oxigène entre dans les mêmes combinaisons, après avoir été séparé d'avance du calorique: donc la chaleur sensible n'est, le plus souvent & pour la plus grande partie, que l'impression de ce fluide subtil qui, de même que tout autre précipité chymique, est affranchi des liens d'une précédente composition par l'affinité du corps qui brûle avec une des parties fixes de l'air.

Ainsi l'air athmosphérique, exempt de tout mélange accidentel, dépouillé de gas acide carbonique, abstraction faite de la petite portion d'eau qu'il retient en dissolution, est un composé de deux substances distinctes l'OXIGÈNE & l'AZOTE, l'une & l'autre mise en état de gas par le CALORIQUE, & formant dans cet état un surcomposé homogène à raison de l'affinité qui en rend les parties équipondérables ou respectivement solubles en toutes proportions; affinité qui ne peut être vaincue que par l'affinité supérieure de quelqu'autre matière avec un des élémens de ce surcomposé.

Telle sera, je n'en puis douter, l'idée que tout homme non prevenu se formera, d'après cette analyse, des principes prochains de l'air; cette conclusion lui paroîtra d'autant plus sûre qu'il y aura été conduit naturellement par les faits, & qu'elle explique tout sans le secours d'aucune hypothèse, sans admettre d'autres agens que ceux dont la présence est démontrée par des effets sensibles & dont la mesure peut être déterminée ou par la balance, comme celle de l'oxigène, ou par le thermomètre, comme celle de la chaleur. Mais il reste encore un grand nombre de Chymistes imbus dès long-temps d'une doctrine fort opposée à cette marche aussi simple que rigoureuse de l'observation; qui, ayant reçu dans l'Ecole de Stahl l'opinion d'un principe inflammable unique, identique, présent dans tous les corps combustibles ou calcinables, dans lequel le feu réside essentiellement, s'obstinent à en défendre la réalité. Je ne m'arrêterai pas à relever l'inutilité de cette supposition dans l'état actuel de nos connoissances; assurément si Stahl eût pu soupçonner qu'une partie pesante de l'air se fixoit dans le soufre lors de sa conversion en acide, dans les métaux lors de leur calcination, il n'eût jamais pensé à créer une troisième substance incoërcible pour rendre raison d'un changement qui devenoit l'effet nécessaire d'une combinaison nouvelle; & puisqu'on est forcé d'avouer aujourd'hui que Stahl n'a pas connu les vraies circonstances de la combustion, n'est-il pas temps d'abandonner le systême que ce Philosophe n'a imaginé que pour y suppléer? ou, pour mieux dire, quand le systême est détruit, ne faudroit-il pas aussi oublier un langage qui n'a de valeur que celle qu'il lui a donnée? Tel est cependant l'empire de l'habitude, que ceux qui se glorifient encore du titre de *Stahliens* ne s'accordent plus que dans un seul point, qui est de rejeter les explications les plus simples, dès qu'elles ne mettent plus en jeu leur phlogistique. Hors de là, il seroit curieux d'observer jusqu'où & par combien de routes diverses ils s'éloignent de la théorie, des définitions même fondamentales de ce Chymiste. Jusques dans les écrits des plus célèbres défenseurs de cette ancienne doctrine, de ceux qui ont entrepris de la faire subsister par une sorte de coalition avec les découvertes sur les gas, on trouveroit l'aveu formel qu'il n'y a aucune preuve directe de l'existence de ce phlogistique; on verroit les uns accorder avec MM. Crawford & Kirwan la composition de l'eau, reconnoître que pendant la combustion la matière du feu se dégage de l'air vital sous forme de chaleur & de lumière (*on phlogiston*, &c. *page 4*); les autres imaginer un feu élémentaire distinct de la matière de la chaleur, une matière pesante comme l'hydrogène, perméable aux vaisseaux de verre, &c. On verroit que, pour se mettre d'accord avec des faits qui s'établissent à la fin par leur propre évidence, ils sont obligés tantôt de retenir ce phlogistique dans les produits fixes de la combustion, pour le concevoir quelque part; tantôt de l'employer à changer les propriétés de l'air non consommé. On verroit qu'ils n'échappent à des diffi-

cultés sans nombre qu'en faisant naître des êtres tout différens des mêmes principes, à l'aide d'une modification arbitraire par les doses. La discussion de tant d'opinions diverses seroit plus fatiguante qu'utile, elle m'obligeroit à répéter ce que j'ai déjà dit (1), à intervertir l'ordre des matières réservées à d'autres articles : il me paroit plus avantageux, plus convenable au plan de cet Ouvrage de réunir les preuves de la synthèse à celle de l'analyse & d'augmenter ainsi la masse des faits qui seuls peuvent faire prévaloir enfin la vérité.

§. VII. *L'analyse confirmée par des faits d'un ordre inverse.*

Je suivrai, autant qu'il sera possible, la même marche dans cette exposition, afin de rendre plus facile le rapprochement des phénomènes qui tiennent aux propriétés des mêmes substances : il y aura néanmoins cette différence que je les parcourrai plus rapidement, ne m'arrêtant qu'aux résultats, pour en montrer l'accord, & renvoyant, pour la description complette & les conditions des expériences, aux articles séparés auxquels elles appartiennent.

I. Si les métaux passent à l'état d'oxides, comme nous l'avons dit, en recevant l'oxigène, & par cela seul qu'ils forment un composé avec ce principe, il doit y avoir quelque moyen d'en retirer l'oxigène ; leur poids doit décroître en proportion ; cette privation doit les rendre à leur premier état ; la substance employée à leur réduction doit laisser un produit de même nature que celui qui résulteroit de sa combustion, & on ne doit appercevoir aucune trace d'une autre matière, ou rendue libre ou fixée dans l'un de ces corps & modifiant ses propriétés.

C'est précisément ce qu'on observe.

Le mercure converti en oxide rouge par le feu, avec le concours de l'air fournit à la distillation en vaisseaux clos, au moyen d'une température bien plus élevée, une quantité d'oxigène à très-peu près égale en poids à celui qu'il avoit acquis par la calcination ; l'oxigène reparoît en état de gas, parce qu'il s'est recombiné avec le calorique qu'il avoit perdu, & qu'il ne se sépare réellement du métal qu'à la faveur de l'affinité qui produit cette combinaison ; il ne reste après cela que du mercure revivifié, ou comme il étoit avant la calcination.

L'oxide rouge de plomb, l'oxide noir de maganèse laissent aller également une portion de leur oxigène ; les métaux qui le retiennent plus fortement le cèdent à des substances qui ont une plus grande affinité avec lui.

Traite-t-on au creuset un métal & un oxide métallique? si le premier a plus d'affinité avec l'oxigène, le second est réduit ; on n'apperçoit toujours que le passage de l'oxigène d'un métal dans un autre. Ainsi l'oxide mercuriel est réduit par le fer ; on n'a pas cette fois d'air vital parce que l'oxigène est repris au moment même de son dégagement. Le même échange s'opère d'une manière encore plus frappante dans la précipitation d'une dissolution métallique par un autre métal.

Emploie-t-on le charbon pour la réduction ? on a de l'acide carbonique, on en a même avec les oxides qui seuls donneroient de l'air vital, & le poids de cet acide gaseux représente ce que le charbon & le métal ont perdu.

Avec de l'hydrogène, on a de l'eau, on en a malgré toutes les précautions pour dessécher auparavant les matières ; le poids de cette eau répond, à très-peu de chose près, au poids que le métal a perdu ; *cette eau surpasse de beaucoup le poids de tout le gas hydrogène employé ;* & ce qui reste de gas a les mêmes propriétés qu'auparavant, sans qu'on puisse y découvrir aucun mélange. Toutes ces circonstances sont attestées par M. Priestley dans son dernier volume (*sect. III*), & il est facile de les vérifier, ainsi que je l'ai fait plusieurs fois, sans avoir à sa disposition un grand verre ardent, en substituant à la scorie de fer de l'oxide de plomb, dans l'appareil décrit ci-devant (*Expér. XIII*), ou autre beaucoup plus grand construit sur les mêmes principes.

Où placeroit-on dans tout ceci le phlogistique ? où trouvera-t-on la moindre trace d'aucune autre matière que celle qui frappe nos sens & qui agit sur nos balances ? Dira-t-on que ce phlogistique n'est point apperçu, parce qu'il entre & sort à travers les vaisseaux de verre ? il seroit donc la lumière ou la chaleur, car ce sont les seuls corps qui jouissent de cette propriété. Faut-il croire que ce phlogistique ne quitte point le métal, qu'il y existe seul avant l'oxidation, qu'il y existe uni à l'oxigène après l'oxidation ? Voilà sans contredit ce qu'on a imaginé de plus spécieux pour soutenir le système de Stahl, ou plutôt pour créer un nouveau système sans se passer de son phlogistique. Mais de quel droit regardera-t-on comme composé un métal dont on convient que l'on ne peut jamais séparer aucune partie, qui prend l'oxigène sans rien perdre, qui le laisse aller comme il est venu sans rien emporter ? Comment concevoir que ce soit ce phlogistique qui décide exclusivement la combinaison par son action sur l'air, & que l'être métallique quelconque, qui n'entre pour rien dans cette affinité, demeure pourtant avec ces deux principes sans qu'on puisse l'obtenir seul ? Comment imaginer encore que l'oxigène, une fois saturé par le phlogistique du métal, l'abandonne pour s'unir au phlogistique du carbone ou de l'hydrogène ; qu'il préfère celui-ci, sans qu'il y ait aucune raison de choix, qu'il laisse celui-là, quoiqu'il soit identique & sans qu'il y ait seulement une condition différente de température (M.

(1) On peut voir à ce sujet la partie du second Avertissement dans laquelle j'ai rendu compte des motifs qui m'ont déterminé à revenir sur quelques points de théorie. *Ci-devant pag. 632.*

Priestley a employé toute l'activité du feu solaire pour l'oxidation comme pour la réduction du fer)? Ce seroit-là sans doute une anomalie d'un genre nouveau dans la marche des affinités : disons donc que ce n'est en dernière analyse qu'une supposition ajoutée à une supposition, & qu'elles sont toutes les deux d'autant plus gratuites, qu'elles ne servent en effet qu'à s'étayer réciproquement.

II. L'acide phosphorique n'est-il que le produit de la combinaison du phosphore avec l'oxigène? il s'ensuit que le phosphore doit s'acidifier toutes les fois qu'il rencontre quelque substance à laquelle il peut enlever l'oxigène ; que l'acide phosphorique tout formé doit revenir à l'état de phosphore lorsqu'il est en contact avec quelque matière qui ait plus d'affinité avec l'oxigène ; en un mot, que dans tous ces passages la présence ou l'absence de l'oxigène est la seule condition des résultats.

L'observation est parfaitement d'accord avec ces conséquences.

Le phosphore est acidifié, à la chaleur de la digestion dans l'acide nitrique; il est acidifié même à froid par l'oxide d'or dissous dans un acide; il l'est par l'oxigène de l'eau dans l'opération du gas hydrogène phosphoreux ; & la preuve de la décomposition de l'eau est le dégagement de cet hydrogène que nous avons vu être l'autre partie constituante de l'eau, dégagement qui n'a lieu dans aucune autre acidification du phosphore que par l'eau.

Veut-on décomposer l'acide phosphorique? il ne s'agit que de lui enlever l'oxigène, que d'y porter une substance qui s'approprie ce principe; le carbone remplit complètement cette condition, quand l'acide est privé de toute eau & à l'aide de la chaleur : on ne trouve en effet après l'opération que du phosphore & du gas acide carbonique.

On tenteroit inutilement de ramener ici l'hypothèse d'un combustible unique; il faudroit encore heurter de front ce principe évident, que les affinités ou attractions électives d'un même corps pour un même corps sont constamment les mêmes dans les mêmes circonstances; car il est bien connu que l'acide muriatique oxigéné qui convertit si facilement le soufre en acide ne peut rien sur le phosphore, même à l'aide de la chaleur, & jusqu'à ce que la lumière intervienne pour affranchir l'oxigène des liens de la première combinaison ; on sait d'autre part que le phosphore décompose l'acide sulfurique ; enfin je me suis assuré que le phosphore porté à l'ébullition par le verre ardent, sous un récipient rempli de gas nitreux, n'y produit & n'y reçoit aucun changement ; tandis que ce même gas nitreux est décomposé à froid par le sulfure de potasse ou par le soufre réduit en pâte avec le fer. Ces phénomènes ne sont plus que des effets contradictoires d'une même cause, dès que l'on veut faire abstraction des affinités propres des divers combustibles avec l'oxigène, pour reporter toute l'action, ou du moins la première action, à l'affinité de leur prétendu phlogistique avec la base de l'air.

III. Dans toute décomposition de l'acide sulfurique, on n'observe également que des phénomènes conséquens à la théorie que j'ai donnée de sa formation.

On met dans un creuset du sulfate de potasse & du charbon, celui ci s'empare de l'oxigène, on en a la preuve démonstrative en recueillant à l'appareil pneumatique le gas acide carbonique qui se dégage en abondance ; il ne reste que du sulfure de potasse ou un nouveau composé absolument semblable à celui que l'on produit par la combinaison directe du soufre & de la potasse, dont on peut de même précipiter le soufre en nature, en reprenant l'alkali par un acide quelconque. Demandera-t-on si l'acide sulfurique perd ou acquiert quelque principe pour repasser à l'état de soufre? le poids de la matière qui s'en est séparée décide irrévocablement la question contre Stahl & ses partisans ; & la qualité de cette matière qu'il a perdue se manifeste par toutes les propriétés qui caractérisent le produit de la combinaison de l'oxigène avec le carbone. C'est pourtant ce *magistère*, ou précipité de soufre prétendu régénéré par composition, qui a été la première base de tout le système phlogistique; parce que son auteur n'avoit pas soupçonné ce que l'on voit aujourd'hui si clairement, que le déchet est sur l'acide sulfurique, & que le charbon emporte ce qui lui manque de substance grave.

Dans cette désoxigénation du soufre, il y a toujours un peu de gas hydrogène dégagé, c'est tout le contraire de ce qui devroit arriver dans l'ancienne hypothèse; au reste l'origine de ce gas n'est pas difficile à assigner, le charbon en fournit probablement une portion, le reste vient de l'eau de crystallisation du sel, qui, à un certain degré de chaleur, se décompose en cédant l'oxigène au charbon; aussi la quantité de ce gas est-elle bien moins considérable quand on opère sur le spat pesant ou sulfate de baryte sec ou même desséché au feu, & avec du charbon que l'on a tenu quelque temps dans un creuset poussé au rouge. Tel est le procédé que l'on suit aux Cours publics de l'Académie de Dijon pour la démonstration de ce fait capital, & j'ose dire que cette expérience simple n'a pas peu contribué à dessiller les yeux par son opposition frappante aux résultats annoncés par l'éthiologie de Stahl.

Le soufre n'est pas seulement désacidifié par le charbon, les métaux peuvent lui enlever l'oxigène, non pas tous les métaux, parce qu'ils n'ont pas tous une égale affinité avec ce principe; mais M. Monnet avoit observé la reproduction du soufre en traitant au creuset l'antimoine & le sulfate de potasse; M. Wasserberg avoit assuré que le même effet avoit lieu avec le zinc; le célèbre Fourcroy a publié depuis des expériences qui répandent le plus grand jour sur cette décomposition de l'acide sulfurique, en même temps qu'elles font connoître les métaux qui jouissent de cette propriété. Quelles sont les circonstances qui accompagnent cette décomposition? celles précisément & exclusivement que nous pouvons prévoir

d'après notre analyse de l'air : un peu de soufre séparé en nature, le métal calciné, le reste du soufre passé en partie à l'état de sulfure métallique, en partie à l'état de sulfure alkalin tenant oxide métallique; en un mot, l'oxigène pris au soufre par le métal, & hors de là rien autre que ce qui résulteroit du mélange du soufre lui-même avec la potasse & le métal oxidé d'avance par sa combustion dans l'air (*Mém. & Observ. de Chymie, &c. page 259*).

La chaleur du creuset n'est pas toujours nécessaire pour décomposer l'acide sulfurique; il suffit de porter dans cet acide concentré une substance qui recèle le principe charbonneux, il repasse bientôt à l'état d'acide sulfureux; & qu'est-ce que l'acide sulfureux, sinon de l'acide sulfurique dans lequel il existe une portion de soufre privé d'oxigène? M. Berthollet a bien démontré la présence de ce soufre soit dans le sulfite de potasse ou sel sulfureux de Stahl, soit dans l'acide noirci par le charbon, puisqu'il a formé de même un acide sulfureux en distillant l'acide sulfurique sur le soufre; puisqu'en brûlant le soufre surabondant, il a ramené à l'état de sulfate de potasse tous les sels résultans de l'union de cet acide sulfureux avec la base alkaline (*Mém. de l'Acad. ann. 1782, page 597*).

Enfin jusques dans la dissolution des métaux par l'acide sulfurique concentré, il se forme de l'acide sulfureux, quelquefois même du soufre, ainsi que M. Baumé l'a remarqué dans la dissolution de l'étain; c'est-à-dire que le métal qui ne peut être dissous qu'en état d'oxide, qui ne peut s'oxider ici qu'aux dépens de l'acide, en décompose une partie. Ainsi l'on n'apperçoit toujours que ces deux résultats uniformes & constans : la base acidifiable rendue à son premier état par la privation de l'oxigène, & l'agent de la décomposition formant avec cet oxigène un composé absolument semblable à celui qu'il donneroit par sa combinaison directe avec l'air vital.

IV. Le charbon ayant le pouvoir de décomposer tous les produits que nous formons par la combinaison de l'oxigène avec les substances acidifiables & métalliques, c'est-à-dire d'enlever l'oxigène à ces substances, il est tout simple qu'elles ne puissent le lui reprendre, du moins par affinité simple; c'est une conséquence des loix constamment observées dans la marche des attractions électives, qui répugnent à cette réciprocité; & d'après cela, on ne doit pas être étonné que l'art ne soit pas encore parvenu à décomposer le gas acide carbonique.

Cette conclusion est bien différente de celle que j'ai cherché à établir en traitant du même acide (§. *III, n. 4*); mais, je l'ai déjà dit & je ne crains pas de le répéter, on ne se rend guère difficile sur les preuves des faits qui se lient au système que l'on a adopté; &, tout en avouant les difficultés que me présentoient la plupart des observations d'après lesquelles on avoit admis cette décomposition, l'analogie phlogistique entraîna pour-lors mon jugement. Je me trouve donc aujourd'hui dans l'obligation plus étroite de les soumettre à un examen impartial, afin de mettre le Lecteur en garde contre les inductions que l'on en pourroit tirer.

M. Achard avoit annoncé que l'on pouvoit décomposer l'*air fixe* en le faisant passer sur du nitre en fusion; mais M. Hermstadt remarque très-bien que ce gas est simplement délayé dans l'air vital qui se dégage du nitre. Aussi ce dernier ayant substitué l'*air inflammable* à l'air fixe n'eut-il, au lieu d'air amélioré ou respirable, qu'une explosion qui brisa les vaisseaux (*Physikalische-Chemische versuche, &c. part. I, pag. 278*).

M. Hermstadt a tenté lui-même par divers moyens cette conversion, dont la possibilité lui étoit indiquée par ses principes, & il a cru y avoir réussi en privant d'air, autant qu'il étoit possible par le feu, l'oxide noir de manganèse, & faisant passer le gas acide carbonique sur cet oxide entretenu rouge dans un tuyau de terre. Mais il avoue en même temps qu'il n'a jamais pu parvenir à convertir la totalité de ce gas en air vital; d'ailleurs le fluide aériforme étoit reçu & comprimé alternativement dans des vessies attachées aux deux bouts du tuyau, & nous avons vu (*ci-devant page 673*) que cet appareil étoit très-infidèle; on en a ici une nouvelle preuve, puisque 600 pouces cubiques se trouvèrent réduits à 150; l'eau de chaux en absorba encore 106 (*L. cit. p. 280*).

L'altération qu'éprouve le gas acide carbonique par l'étincelle électrique & qui s'annonce par le volume & l'inflammabilité qu'il acquiert, a été mise au rang des preuves les moins équivoques de sa décomposition; M. Monge a répété l'expérience, il a vu qu'il y avoit calcination de l'excitateur; que les décharges multipliées disposoient à l'oxidation le mercure lui-même (qu'il avoit vu dans d'autres circonstances se tenir en dissolution dans l'air); & il en a conclu avec beaucoup de vraisemblance 1°. que cette oxidation s'opéroit par l'oxigène de l'eau que recéloit le gas acide; 2°. que la portion de gas inflammable qui occasionnoit l'augmentation de volume n'étoit que l'hydrogène de l'eau décomposée par l'oxidation du métal; 3°. qu'une partie du gas acide étoit reprise alors par l'oxide mercuriel (*Notes sur le Traité du Phlogistique, &c. de M. Kirwan, p. 226*). M. Van-Marum vient de me communiquer le résultat d'une expérience qu'il a faite au mois de Novembre dernier avec M. le Chevalier Landriani, dans la vue de vérifier cette explication; leur premier objet a été de se procurer de l'acide carbonique parfaitement sec, qui, dans cette supposition, ne devoit plus être altéré; ils l'ont préparé exprès en traitant à la cornue du charbon, qu'ils avoient fait rougir auparavant, avec de l'oxide mercuriel par l'acide nitrique ou précipité rouge, qu'ils avoient eu de même la précaution d'échauffer, ainsi que les vaisseaux, pour en chasser toute l'humidité; enfin ils avoient poussé à l'ébullition le mercure sur lequel ils se disposoient à recevoir ce gas. Malgré cela, il y eut augmentation d'environ un 10°. du volume de ce gas, lorsqu'il eut été électrisé pendant 15 mi-

nutes; la potasse n'en absorba que trois 5es. les deux autres 5es. s'enflammèrent à l'approche d'une bougie. En s'arrêtant à ces premiers résultats, on auroit, ce semble, été suffisamment autorisé à penser que l'acide carbonique parfaitement sec avoit subi lui-même une altération, & qu'ainsi ces phénomènes étoient indépendans de toute humidité étrangère; mais ces deux célèbres Physiciens prirent la résolution de les observer encore avec plus d'attention, & ils ne tardèrent pas à s'appercevoir que le gas qu'ils avoient cru sec ne l'étoit pas; que pendant la réduction de l'oxide mercuriel par le charbon, il s'élevoit une vapeur aqueuse qui se condensoit en gouttes sur les parois des vaisseaux; ils jugèrent que cette eau ne pouvoit être que le produit de la combinaison de l'oxigène du mercure avec l'hydrogène du charbon. D'où ils conclurent 1°. que cette expérience prouvoit seulement que le charbon tenoit une portion d'hydrogène, dont il ne paroissoit pas qu'il pût être entièrement privé; 2°. qu'elle étoit fort éloignée de démontrer l'existence du phlogistique, puisque si cet hydrogène eût été le phlogistique, le principe métallisant, il se seroit uni paisiblement à la chaux métallique au lieu de former de l'eau.

Lorsqu'on veut imprégner l'eau de gas acide carbonique, il reste presque toujours une portion de fluide élastique qu'elle refuse de prendre; on a observé un semblable résidu, même en employant du gas qui avoit été précédemment absorbé par l'eau, & qu'on en avoit dégagé; on a cru appercevoir enfin que ce résidu étoit peu propre à la combustion: il n'en a pas fallu davantage pour faire admettre la conversion de l'*air fixe* en *air phlogistiqué*. Mais il arrive fréquemment que ce résidu n'est autre chose que de l'air commun ou d'une qualité peu inférieure à l'air commun: M. Priestley l'assure positivement d'un semblable résidu qui, après avoir été expulsé de l'eau, refusoit de s'y unir, ainsi qu'à l'eau de chaux (*Expér. part. 4, sect. 2*); il s'ensuivroit par conséquent que dans le même temps une portion de l'air fixe auroit été convertie en air vital & une autre portion en air-phlogistiqué: il seroit difficile sans doute de proposer une hypothèse qui pût concilier ces deux effets. Il faut remarquer encore que l'on s'est peu mis en peine d'expliquer comment l'eau, que l'on a toujours supposé ne point tenir & ne point attirer le phlogistique, pouvoit néanmoins en donner ou en prendre au gas acide. Il y a plus, ce résidu immiscible à l'eau n'a jamais été que d'une foible quantité: les expériences de M. Cavendish ont prouvé qu'il n'excédoit pas le sixième de la totalité du gas; & l'on ne s'est pas demandé qui est-ce qui pouvoit borner cet effet, tandis qu'on avoit à sa disposition les moyens de le porter au dernier degré.

Cette circonstance nous indique assez clairement ce qui se passe dans cette opération: le gas que l'on déplace par les acides ou par le feu est toujours mêlé avec une portion de l'air des vaisseaux; celui que l'on obtient en faisant bouillir l'eau qui en est chargée, est mêlé de l'air qui étoit tenu en dissolution dans l'eau; il n'est donc pas suprenant que la totalité de ce fluide expulsé ne puisse être réabsorbée par l'eau aussi promptement & de la même manière que si c'étoit de l'acide carbonique pur, & que, malgré l'agitation, il reste un peu d'air commun. On conçoit également que cette quantité doit être plus considérable quand on emploie, pour absorber le gas, de l'eau qui n'a pas été privée auparavant de tout son air, parce qu'il faudroit dans ce cas qu'elle en reçût une double dose, & que tout ce qui s'opère par affinité a nécessairement une mesure déterminée.

Avant que de proposer cette explication, j'ai prévu que l'on pourroit m'opposer avec assez de vraisemblance que l'eau, en se saturant d'acide carbonique, étoit forcée d'abandonner l'air commun dont elle se trouvoit chargée, & j'ai résolu l'objection par l'expérience. J'ai saturé de l'eau de pluie de gas acide carbonique, je l'ai transvasée dans un cylindre de verre, j'y ai versé, jusqu'à excès, de la potasse caustique, & sur-le-champ j'ai placé ce vaisseau sous le récipient de la machine pneumatique; j'ai vu par ce moyen s'en dégager des bulles aussi grosses & en aussi grande quantité que de la même eau de pluie non chargée de gas acide, & qui ne pouvoit être que de l'air commun, le gas étant certainement fixé par l'alkali: ce qui démontre que l'air & le gas peuvent très-bien cohabiter dans la même eau.

Il est vrai que dans l'expérience rapportée par M. Priestley, ce Physicien avoit eu la précaution de faire bouillir auparavant l'eau qu'il vouloit saturer de gas; mais, indépendamment de ce qu'il ne faisoit par là qu'écarter une des causes qui concourent à la production du résidu aériforme, on sait que l'ébullition ne suffit pas pour expulser entièrement l'air de l'eau, & il est aisé de s'en convaincre en pompant l'air d'un récipient sous lequel on a placé un vaisseau rempli d'eau tenue long-temps à la plus forte ébullition. Ajoutons que l'eau de chaux dont il se servoit pour réabsorber plus promptement le gas, reproduisoit une nouvelle cause accidentelle de ce résidu, puisqu'il est certain que l'eau saturée de chaux recèle encore une assez grande quantité d'air; on a déjà vu à ce sujet le témoignage de M. Priestley (*ci-devant page 746*), & je puis le confirmer d'après mes propres essais.

Ainsi le phénomène réduit à sa juste valeur ne peut servir qu'à mettre dans un plus grand jour ce que nous étions déjà sur la voie de soupçonner: que l'eau retient très-fortement une portion d'air, que l'air & le gas acide carbonique ont une certaine tendance à s'unir. Ces affinités de l'eau avec les gas & des fluides aériformes entre eux, jusqu'ici trop peu connues, recevront probablement dans la suite bien d'autres applications.

Un dernier fait, & qui n'étoit pas le moins important, est celui de l'altération du gas acide carbonique par le mélange de soufre & de fer, dont nous de-

vons encore l'obſervation au célèbre Prieſtley (*Expér. &c. part. I*, *ſect.* 1 & 6; *part. IV*, *ſect.* 2). Ce que je viens de dire peut ſervir à l'expliquer; puiſqu'il eſt ſi difficile d'avoir du gas acide qui ne tienne point d'air commun, il eſt impoſſible qu'il n'y ait pas quelque diminution dans le volume de ce gas renfermé avec ce mélange ſur le mercure, & que cet air ne laiſſe pas auſſi un peu de réſidu aériforme immiſcible à l'eau. On doit encore conſidérer dans le cas particulier que, quand le fluide élaſtique ne fournit plus d'oxigène, le ſoufre & le fer en prennent à l'eau; que le métal paſſé à l'état d'oxide, & ne pouvant être ſaturé par l'acide ſulfurique, doit attirer une portion du gas acide carbonique; en un mot, que l'hydrogène qui ſe dégage de l'eau décompoſée augmente néceſſairement la ſomme du réſidu (1). On trouve dans le dernier volume de M. Prieſtley (*part. IV*, *ſect.* 15) une expérience fort analogue à celle-ci, & qui vient à l'appui de cette explication. Il a fait chauffer long-temps des copeaux de fer ductile dans du gas acide carbonique, il y a eu plusieurs fois augmentation de volume; une portion, qui varia du quart au 10[e]. refuſa de même de s'unir à l'eau, & ce réſidu étoit inflammable; c'eſt-à-dire que l'oxidation du fer étoit due en partie à la décompoſition de l'eau tenue en diſſolution par le gas.

Ce qui me paroît devoir trancher ici toute difficulté, c'eſt que, dans tous ces procédés, ſans en excepter même celui de l'électriſation, il y a impoſſibilité reconnue d'opérer la décompoſition totale d'une quantité de ce gas, quelque petite qu'elle ſoit, ou ſeulement d'excéder une certaine proportion; il faut donc avouer en même temps qu'il n'y a aucune preuve de cette décompoſition, ou abandonner ce principe inconteſtable, que la quantité de l'effet doit répondre à la quantité des matières qui en ſont la cauſe déterminante: car ſi une once de mélange de ſoufre & de fer, par exemple, peut changer réellement les propriétés d'un pouce cube de gas acide carbonique, 4 onces du même mélange altéreront 4 pouces cubes du même gas; & ſi cela n'arrive pas, la conſéquence que l'on tireroit de la première obſervation ſeroit en contradiction avec la ſeconde.

Si l'art n'a point encore de procédés ou d'agens à ſa diſpoſition pour réſoudre l'acide carbonique en ſes élémens, ce n'eſt pas une raiſon de croire que cette décompoſition ſoit impoſſible: il eſt au contraire très-probable que la nature l'opère journellement, parce qu'autrement la maſſe de ce fluide méphitique augmenteroit dans une proportion effrayante, aux dépens de l'air reſpirable; parce que, ſans cela, on n'appercevroit pas où les végétaux pourroient prendre tout le carbone qui eſt une de leurs parties conſtituantes; parce que l'air vital que les plantes verſent preſqu'habituellement dans l'air commun, ainſi que le démontrent les expériences de MM. Ingenhouſz, Berthollet & Sennebier, vient, du moins en partie, de cette analyſe ſpontanée. C'eſt ici, l'on ne peut en douter, un de ces grands phénomènes de la nature qui tiennent à l'action immédiate de la lumière, quoiqu'on ne ſoit pas encore parvenu à déterminer préciſément comment elle agit: *la lumière*, dit très-bien M. Sennebier, *a le pouvoir de dégager l'air pur des acides dont il eſt une partie conſtituante, comme on le voit dans l'acide nitreux & dans l'acide marin déphlogiſtiqué qu'on expoſe à ſon action*; ce n'eſt donc plus une obſervation iſolée, mais un fait qui devient général (*Expér. ſur l'action de la lumière ſolaire dans la végétation, &c. page* 433).

Ainſi l'on voit rentrer naturellement dans l'ordre des faits qui ſe correſpondent & ſe vérifient les uns par les autres, la recompoſition de ce gas acide, lors de la fermentation ſpiritueuſe & de la putréfaction des végétaux. Si l'on ajoute maintenant que le charbon, de même que les autres combuſtibles, s'unit, ſans ignition, à l'oxigène, lorſqu'il le rencontre dans un état plus favorable à la combinaiſon; qu'il s'acidifie de même en décompoſant l'eau, en déſoxigénant la plupart des radicaux acidifiables (2), en réduiſant les métaux; ſi l'on fait attention ſur-tout qu'il eſt généralement avoué que *le charbon ne fait pas le tiers du poids de l'air fixe qu'on retire* de ces opérations (3); on ne pourra s'empêcher de regarder cet accord

(1) J'ai fait paſſer dans un cylindre de verre au mercure du gas acide carbonique dégagé de la craie par l'acide ſulfurique, & j'y ai introduit une capſule tenant 468 grains d'un mélange de 8 parties de limaille de fer & 5 parties de ſoufre, légérement humecté. Le volume du gas étoit, toute réduction faite, de 22,35 pouces cubiques. Au bout de 3 jours il y eut diminution de 5,69; j'y fis paſſer de la potaſſe cauſtique en liqueur, qui abſorba preſqu'inſtantanément 15,45 des 16,66 pouces qui reſtoient; & la portion non abſorbée, qui étoit de 1,21 pouce cube, ayant été tranſvaſée dans une fiole, donna des marques ſenſibles d'exploſion, quand j'approchai une bougie de ſon orifice. En répétant cette expérience, ſans rien changer au procédé, j'ai vu quelquefois le mercure bailler de 2 à 3 lignes dans les deux premiers jours, ſans que l'état de l'athmoſphère eût aucune part à cet effet. D'autres fois, j'ai eu un réſidu plus conſidérable, & qui n'a pu être allumé dans l'eudiomètre, même avec l'air vital. Ces variations me ſemblent une nouvelle preuve qu'il n'y a ici qu'une cauſe accidentelle & étrangère à l'action directe du mélange ſur le gas acide.

(2) *L'air fixe* que M. Prieſtley a trouvé dans le gas acide ſulfureux diminué par la calcination du fer (*Continuation, &c. part. IV. ſect. IV.*) venoit infailliblement du charbon dont l'exiſtence eſt à préſent bien démontrée dans l'acier, & dont le fer doux n'eſt lui-même jamais entièrement exempt.

On pourroit être étonné que le charbon, ayant une ſi grande affinité avec l'oxigène, n'enlevât pas ce principe à l'acide muriatique oxigéné; mais pour obtenir cette combinaiſon ſans élever la température, il ſuffit de rompre l'aggrégation du charbon: je m'en ſuis aſſuré, en faiſant fondre d'abord au creuſet le charbon avec la potaſſe pure; porté enſuite dans l'acide, il a détruit les propriétés qu'il avoit reçues par ſur-oxigénation, & le mélange a troublé l'eau de chaux.

(3) J'emprunte ici les expreſſions du célèbre Kirwan, *Eſſai ſur le phlogiſtique*, *ſect.* 4. M. Prieſtley a également reconnu que l'air vital entroit pour plus des deux tiers dans la compoſition du gas acide carbonique. *L. C. ſect.* 4.

comme

comme une preuve bien satisfaisante des conséquences que nous avons déduites de l'analyse de l'air par cet agent.

V. Après avoir vu l'eau se former par la combinaison de la partie fixe du *gas hydrogène* avec l'oxigène de l'air, quelles sont les preuves que l'on peut desirer pour une pleine conviction? C'est sans doute de voir aussi l'eau se résoudre en ces élémens, d'en retirer d'un côté l'hydrogène, de l'autre l'oxigène; d'obtenir poids pour poids, dans les produits de la décomposition, les matières qui avoient disparu lors de la composition; c'est que, dans toutes les opérations où cet hydrogène reparoit sous sa forme élastique, on puisse en indiquer l'origine & l'emploi de la substance qui l'enchainoit; que dans toutes celles où il abandonne le principe d'expansibilité, on apperçoive aussi distinctement l'agent de l'affinité & le résultat de la nouvelle combinaison; en un mot, que par-tout où il se rencontre, les phénomènes suivent constamment l'ordre établi.

Or les découvertes modernes nous mettent à même de satisfaire à ces conditions.

La décomposition de l'eau par le fer, suivant les procédés de l'illustre Lavoisier, est présentement une expérience familière; elle a été répétée sous les yeux d'un grand nombre de Savans par M. le Fevre de Gineau au Collège royal (*Journ. phys. tom. 33, p. 464*); elle se fait depuis 4 ans dans les Cours publics de l'Académie de Dijon: de 100 grains d'eau qui disparoissent en traversant le canon de fusil entretenu rouge-blanc, on obtient un volume de gas hydrogène qui représente en poids de 15 à 16 grains de matière, & le fer, qui se trouve dans le même état que s'il eût brûlé dans l'air vital, a pris aussi la même augmentation de poids qui répond à ce qui reste de la substance grave de l'eau & qu'on n'apperçoit plus.

Cette disparution de l'eau n'a lieu, toutes choses étant d'ailleurs égales, que quand il y a une matière qui exerce une affinité supérieure sur l'oxigène; il n'y a plus qu'une distillation dans le tube de verre, même dans le tube de cuivre également incandescent; qu'on place dans ces mêmes tubes du fer, du zinc, du charbon, alors ces substances se trouvent combinées avec l'oxigène, comme dans tout autre procédé de calcination ou de combustion, & l'hydrogène de l'eau est rendu libre.

L'affinité du fer avec l'oxigène est telle, qu'elle opère cette décomposition de l'eau même par la voie humide: qui est-ce qui n'a pas observé, d'après les Bergman, les Lavoisier, la conversion du fer en oxide noir ou en éthiops dans des flacons remplis d'eau distillée, & le gas hydrogène qui se manifeste par son inflammabilité, lorsqu'on approche une bougie de l'orifice de ces vaisseaux (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. ann. 1782, p. 543*)? Il l'opère cette décomposition d'une manière encore plus rapide, quand la présence du soufre augmente la somme des puissances qui concourent au même effet, par sa tendance à s'unir à l'oxide de fer; & l'hydrogène, toujours séparé de l'eau, se montre sous la forme de gas hydrogène sulfureux ou hépatique.

Personne ne conteste ce que Bergman a le premier remarqué, que les acides ne s'unissent aux métaux qu'en état d'oxides: où prennent-ils l'oxigène, quand on les porte en masse dans un liquide qui les défend du contact de l'air? Ou ils le prennent à l'acide même, & alors on retrouve séparément les produits de cette décomposition, comme du gas nitreux avec l'*acide nitrique*, du soufre avec l'*acide sulfurique*, de l'oxide d'arsenic avec l'*acide arsenique*, de l'acide muriatique ordinaire avec l'*acide muriatique oxigéné*; ou ils reçoivent ce principe de l'eau, & ceci se vérifie par deux circonstances frappantes, qui ont toujours lieu dans ce cas, qui n'ont lieu que dans ce seul cas: 1°. plus de déchet sur la quantité d'acide employé; 2°. dégagement d'une prodigieuse quantité de gas hydrogène. Que l'on mette pareille quantité de même acide sulfurique concentré dans deux cornues semblables, avec du fer de même espèce & à même dose; qu'on place ces cornues sur le même bain de sable; qu'on ajoute seulement dans l'une trois parties d'eau distillée: il résultera, de cette seule différence dans le procédé, que, du côté où l'on aura fait cette addition, on recueillera, déduction faite de l'air des vaisseaux, 226 fois autant de fluide élastique que de l'autre appareil; que ce fluide sera tout inflammable, & que l'acide pourra encore saturer la même quantité de potasse qu'auparavant. J'ai déjà fait mention de cette expérience capitale que je répétai publiquement en 1787 (*second Avertissement, page 631*), & dont les résultats se trouvèrent absolument conformes à ce qu'avoient observé précédemment MM. de la Place & Lavoisier (*Acad. roy. des Sc. ann. 1782, p. 551*).

Le soufre seul décompose l'eau au degré de température qui le met en fusion, je m'en suis assuré en adaptant à une cornue tubulée un entonnoir à robinet au moyen duquel je faisois tomber l'eau goutte à goutte sur le soufre fondu; l'opération fut bientôt arrêtée malgré la précaution que j'avois prise d'ajuster au bec de la cornue une soupape de vessie pour empêcher l'eau d'y entrer, parce que le col se remplit de soufre sublimé; mais il y eut manifestement acidification d'une portion de soufre, & on ne pouvoit l'attribuer à l'air des vaisseaux, puisqu'ils avoient été remplis de gas acide carbonique. J'ai été depuis témoin d'une expérience faite par M. de Virly dans le même appareil; il imagina d'abord de fondre le soufre avec la potasse, pour fixer le soufre & rompre son aggrégation: au moyen de cette disposition, il obtint facilement, en moins d'une heure, plus de 400 pouces cubes de gas hydrogène sulfureux ou hépatique; & une portion de ce gas ayant été décomposée par l'acide muriatique oxigéné, elle s'enflamma comme le gas hydrogène ordinaire.

Nous avons vu que le phosphore traité de la même manière avec l'alkali en liqueur donnoit aussi un gas qui, après avoir abandonné spontanément l'acide phosphoreux, n'est plus que du gas hydrogène or-

dinaire : voilà donc encore les deux principes de l'eau portés dans de nouvelles combinaisons. Scheele en a donné deux autres exemples ; il a traité à la cornue de la potasse & du zinc, il a eu du gas hydrogène & de l'oxide de zinc ; il a traité une autre fois de même de la potasse & du charbon, il a encore obtenu du gas hydrogène pur, l'acide carbonique ayant été retenu par la potasse qu'il trouva en effet non caustique (*Traité du Feu*, §. 76). On ne peut douter qu'il n'y ait eu de l'eau portée par l'alkali ; car, sans cela, où le zinc & le charbon auroient-ils pris l'oxigène en vaisseaux clos ? Cela est même assez indiqué par son procédé, puisqu'il donne le choix d'un alkali rendu caustique par le feu ou par la chaux.

La désunion des principes de l'eau & sa régénération ont lieu dans bien d'autres circonstances ; la première est manifeste, par exemple, dans la dissolution nitrique de l'étain ; la seconde dans la distillation du nitrate ammoniacal : je reviendrai dans un instant sur ces deux expériences, en rassemblant les faits d'analyse de l'acide nitrique.

Je cherche vainement ce que l'on pourroit opposer de spécieux à cet enchaînement de preuves. Il y a un fait sur lequel on a paru faire grand fond dans ces derniers temps, c'est que le gas hydrogène s'altère à la longue sur l'eau ; quand cela seroit, est-ce donc par un fait singulier, qui ne trouve d'explication satisfaisante dans aucun systême connu, qu'on détruit tant d'expériences décisives ? Mais ce fait, après tout, si peu probable, a-t-il été bien observé ? Je l'ai dit précédemment (*page 672*) ; j'ai été quelquefois étonné de voir que du gas hydrogène que j'avois recueilli des dissolutions métalliques & enfermé sur l'eau, suivant mon usage, dans une bouteille renversée sur son bouchon, avoit perdu, au bout de quelque mois, toute son inflammabilité, & étoit diminué par le gas nitreux, comme de l'air commun de médiocre qualité. Cependant je me suis bien gardé d'en tirer aucune conséquence avant que d'avoir observé cette altération sur un gas préparé à dessein, & avec les précautions convenables pour écarter toutes les causes étrangères. J'ai donc pris du gas hydrogène très pur obtenu par la dissolution du zinc dans l'acide sulfurique délayé ; j'ai eu l'attention de choisir la dernière portion & la plus exempte par conséquent du mélange de l'air des vaisseaux, je l'ai reçu sur de l'eau distillée ; j'en ai enfermé 19,24 pouces cubes dans une bouteille de verre blanc de la capacité de 52,91 pouces cubes, & qui contenoit ainsi 33,67 pouces cubes de même eau distillée : cette bouteille a été bien bouchée avec du liège & placée sur un gradin percé pour recevoir son goulot. J'ai enfermé un pareil volume du même gas, toujours sur l'eau distillée, dans une semblable bouteille, mais qui portoit bouchon de verre usé à l'émeri ; ce bouchon a été assujetti par une coëffe de vessie ficelée au dessous du goulot renversé, & la bouteille placée à côté de l'autre, également le bouchon en bas. Ce n'est qu'après *sept mois entiers* que je me suis déterminé à vérifier l'état du gas en présence de MM. de Virly & du Vernois qui se trouvoient dans mon laboratoire ; avant l'ouverture, le niveau de l'eau répondoit parfaitement aux bandes de papier qui avoient été collées en dehors pour marquer le volume du gas ; à l'ouverture du flacon à bouchon de crystal dans la cuve hydropneumatique, il y rentra subitement une couche d'eau qui fut évaluée à 1,8 pouce cube ; nous n'observâmes rien de semblable en ouvrant la bouteille, dans laquelle le niveau ne changea pas ; le gas de l'un & de l'autre vaisseau, éprouvé à l'eudiomètre de M. Volta, soit avec l'air vital, soit avec de bon air commun, donna précisément le même degré d'absorption que le jour qu'il avoit été renfermé & dont les étiquettes portoient la note.

Quelque répugnance que j'aie à m'écarter du plan d'une simple exposition des faits & de leurs conséquences, & à m'occuper des objections qui ne pourroient être traitées que dans la forme polémique, il en est une cependant que l'intérêt de la vérité ne me permet pas d'omettre entièrement.

M. Priestley a remarqué qu'en employant des vaisseaux de cuivre au lieu de vaisseaux de verre, pour la combustion du gas hydrogène avec l'air vital, le résidu liquide contenoit sensiblement plus d'acide nitrique (*Expériences communiquées à la Société royale le 7 Février 1788*) ; & M. Keir a confirmé cette observation par l'examen de l'eau produite dans ces opérations (*Journ. phys. t. 34, p. 146 & 216*). Ces Savans se sont bornés à annoncer ces résultats & les réflexions qu'ils leur ont inspirées avec la candeur qui caractérise leurs écrits (1) ; mais d'autres défenseurs plus ardens du phlogistique n'ont pas tardé à en multiplier les conséquences ; l'un d'eux a cru y voir la confirmation *de ses premiers apperçus*, il en a tiré une explication qui lui semble détruire les résultats de la grande expérience du Collège royal sur la composition de l'eau (*Journ. phys. t. 34, p. 218 & 317*) ; je ne dois pas laisser subsister des doutes qu'il m'est aussi facile de dissiper.

On a vu par ce que j'ai dit (*page 734*) de l'expérience du Collège royal, que 20223 grains de gas consommés avoient laissé 20193 grains d'eau, dans laquelle il s'étoit trouvé une quantité d'acide nitrique capable de fournir avec la potasse 80,7 grains de nitre crystallisé, ce qui indiquoit 26,63 grains d'acide libre. On objecte que si l'opération eût été faite dans des vaisseaux de cuivre, la quantité d'acide nitrique eût été environ treize fois plus considérable, c'est-à-dire, qu'elle auroit pu donner 1073 grains de crystaux de nitre ; qu'ainsi il est prouvé que dans l'ex-

(1) M. Keir avoue ingénuement que les partisans du phlogistique n'ont pas, comme leurs Adversaires, l'avantage de marcher sous un seul étendard, de n'avoir qu'une seule opinion.... que souvent ils s'entre-choquent eux-mêmes, parce qu'ils ont différentes manières de voir, &c.

périence de M. le Fevre de Gineau l'acide nitreux s'est décomposé à mesure qu'il s'est formé, & qu'il a produit la grande quantité d'air phlogistiqué qu'il a obtenu ; en un mot, que l'eau n'est plus que celle que les gas ont déposée. Je passe ici sur l'invraisemblance révoltante que 20223 grains de gas puissent tenir 20193 grains d'eau, & qu'il n'y eût dans ces gas que 30 grains ou un 674ᵉ. d'autre substance ; car je n'imagine pas que l'on puisse révoquer en doute que les gas qui ont été recueillis dans la même forme de gas n'aient remporté une portion d'eau au moins égale à celle dont ils n'avoient pu être dépouillés avant l'opération. J'admettrai encore que les 2831 grains de gas non consommés dans l'opération étoient entièrement du gas azote, quoiqu'il ait été constaté qu'il y avoit 0,24 de gas acide carbonique & d'air vital. Je me borne à demander compte des matériaux des 327 grains d'acide nitreux que l'on prétend avoir été brûlé (1); de telle nature que l'on veuille les supposer, il faut bien les retrouver quelque part : seroit-ce dans la portion qui est recueillie en état de fluide aériforme ? cela n'est pas proposable; car le poids de cette portion ayant été retranché une fois des ingrédiens ou des matières premières de l'opération, il seroit contre le bon sens de le faire servir en même temps à représenter le poids du produit, ou des débris de ce produit de nouveau résous en ses élémens, ou même d'une partie quelconque de ces élémens. Hors de là cependant que reste-t-il ? de l'eau. On est donc toujours ramené à l'aveu de ce fait important ; qu'il ne reste enfin que de l'eau au lieu de la substance grave des fluides aériformes qui ont disparu, que cette substance ait ou non passé par l'état intermédiaire d'acide nitrique.

Ainsi cet argument contre la composition de l'eau, annoncé si pompeusement, n'est, pour trancher le mot, qu'un *double emploi* manifeste dont il suffit de purger le compte pour rétablir la preuve dans toute sa force. Je m'en tiendrai à cet exemple qui fera assez connoitre jusqu'où peut égarer la prévention, si elle ne se redresse pas d'elle-même par un calcul aussi simple.

VI. Si l'on a droit d'affirmer qu'un corps est composé des élémens dans lesquels il se résout, il n'y a rien à opposer à la théorie que j'ai donnée de la formation de l'acide nitrique par l'union de l'air vital à l'*azote*. Ici les moyens d'analyse sont si multipliés, que je ne serai embarrassé que du choix.

On porte dans l'acide nitrique du phosphore, du soufre, du carbone, un métal, du sucre, &c. ces substances lui enlèvent une portion d'oxigène, & il se dégage du gas nitreux, avec lequel on reproduit l'acide, en lui rendant de l'air vital ou même individuellement l'oxigène qu'il avoit cédé, après qu'on l'a séparé de sa nouvelle combinaison. C'est en traitant de cette manière l'acide nitrique & le mercure, que M. Lavoisier a démontré les proportions de gas nitreux & d'air vital qui constituoient cet acide (*Acad. roy. des Sc. ann. 1781*). Tant que l'on n'a point connu son vrai radical primitif, il pouvoit rester quelque incertitude sur ce qui se passoit dans l'une ou l'autre de ces opérations successives, parce qu'il y avoit toujours un *déficit* de gas nitreux, ou, ce qui est la même chose, de l'air vital en excès ; & qu'ainsi l'on ne pouvoit remettre ensemble tous les matériaux qu'on avoit désunis : mais on sait présentement que cela n'a lieu qu'autant qu'une partie du gas nitreux est elle-même décomposée ; on en a la preuve & la mesure par la quantité d'azote qui se montre en état de gas ; cette décomposition met en même temps une nouvelle portion d'oxigène en liberté : il n'est plus surprenant qu'il se trouve de l'air vital par surabondance.

Les principes constituans du gas nitreux se découvrent plus complètement par la détonnation du nitre avec les métaux & sur-tout avec le charbon. M. Lavoisier a enfermé dans un tube de cuivre un mélange de 864,592 grains de nitre & 114,94 grains de charbon réduits en poudre très-fine ; & après l'avoit allumé, il a plongé le tube, l'ouverture renversée, sous un récipient rempli d'eau : le charbon s'est consumé, le nitre a été décomposé, l'oxigène de son acide a passé au charbon, & le radical de cet acide a reparu sous la forme de gas azote, occupant un espace de 161,532 pouces cubes, pesant 72,956 grains. « D'où M. Lavoisier a très-judicieusement inféré, même avant la découverte de M. Cavendish, » que l'acide nitreux contenoit environ un 5ᵉ. de son » poids d'air phlogistiqué. » C'est le jugement qu'en porte M. Kirwan (*Essai sur le phlogistique*, *sect. 4*).

M. Berthollet a fait voir que lorsqu'on méloit seulement une partie de soufre à quatre parties de nitre, la décomposition de son acide s'opéroit sans détonnation, & qu'il se dégageoit du gas nitreux. Le soufre y est-il en quantité suffisante ? le gas nitreux, ou, comme le dit encore M. Kirwan, *la base nitreuse elle-même se décompose, & alors on ne trouve presque pas de gas nitreux, mais seulement de l'air phlogistiqué & du gas sulfureux.*

Lorsqu'on décompose le nitre par la distillation, on n'obtient presque que de l'air vital : demandera-t-on ce que devient le radical de son acide ? les expériences de MM. Cavendish & Berthollet nous le montrent dans le résidu, qui est un sel *avec excès de gas nitreux* ; qui, à cause de la présence de ce gas & de son action sur l'oxigène de l'argent, précipite ce métal, même dans une dissolution où l'acide ni-

(1) Je suis ici l'évaluation de Bergman, bien plus foible que celles de MM. Wenzel & Lavoisier, qui donneroient 506 grains d'acide, pour les 992 grains de nitre que l'on auroit obtenus de plus dans le systême de l'objection. En prenant pour base les expériences de M. Berthollet, 992 grains de nitre peuvent donner 928 pouces cubes, ou environ 464 grains d'air vital *seul* ; & suivant les proportions indiquées par M. Kirwan lui-même, 100 grains de nitre fournissent *au moins* 32 grains d'air déphlogistiqué. *Essai sur le Phlog. édit. fr. pag. 107.*

trique eſt par excès. A un degré de chaleur plus conſidérable, le gas nitreux eſt lui-même décompoſé, & les dernières portions d'air vital ſont mêlées de gas azote (*Mém. de l'Acad. roy. des Sc. ann. 1785, p. 335 & 338*).

J'ai déjà dit que le gas nitreux étoit décompoſé par le ſulfure de potaſſe; il l'eſt par le mélange de ſoufre & de fer; il l'eſt par le pyrophore, qui y brûle comme à l'air libre; il l'eſt dans une infinité de circonſtances par les ſubſtances métalliques (1); & toujours c'eſt du gas azote qui ſe dégage, c'eſt une portion d'oxigène qui paſſe à une autre combinaiſon.

Si dans quelques opérations, où l'acide nitrique eſt décompoſé, on n'obtient ni gas nitreux ni gas azote, on ne tarde pas à retrouver les mêmes élémens ſous une forme différente. J'ai mis dans une cornue de verre 864 grains d'étain pur & 3384 grains d'acide nitrique, dont la peſanteur ſpécifique étoit 1,221; la cornue a été placée au bain de ſable, & le bec engagé dans un récipient entouré de glace, ſuivi de deux flacons appareillés à la manière de M. Woulfe, dont le dernier communiquoit à la cuve pneumatique. Il n'a pas paſſé une ſeule bulle de gas dans le récipient, pas même l'air commun des vaiſſeaux; mais il s'eſt trouvé dans la cornue, après l'opération, 1443 grains de matière blanche très-sèche, formée de 1068 grains d'oxide d'étain, & de 128 grains de nitrate ammoniacal, qui retenoient encore de l'acide. Ainſi, à meſure que l'acide nitrique laiſſoit aller une portion d'azote, elle étoit repriſe par l'hydrogène de l'eau, qui cédoit ſon autre principe à l'oxigénation de l'étain, comme dans les diſſolutions métalliques par d'autres acides. Cette production d'ammoniaque ou alkali volatil avoit déjà été entrevue par Pott, & obſervée par M. Cadet & par M. Hyggius dans des circonſtances analogues.

Concluons donc qu'il n'y a juſqu'à préſent aucun fait qui, revu & diſcuté avec ſoin, ne concoure à établir que l'azote eſt le vrai radical nitrique, que ſans lui on ne peut obtenir ni gas nitreux ni acide nitrique (2), & qu'il n'eſt beſoin d'aucun agent hypothétique pour expliquer les changemens qu'il ſubit ou les propriétés qu'il acquiert dans ſes divers états de compoſition.

VII. Le gas ammoniacal que nous avons vu agir auſſi ſur l'air à la manière des combuſtibles, nous offre à ſon tour, dans ſa formation comme dans ſa deſtruction, un grand nombre de phénomènes dans leſquels on eſt forcé de reconnoître les mêmes principes agiſſant excluſivement, les effets conſtans des mêmes affinités, les propriétés toujours en rapport avec les parties conſtituantes.

Nous venons de voir le gas ammoniacal produit par l'union de l'hyrogène de l'eau avec l'azote de l'acide nitrique, par l'intermède d'un métal qui s'empare de l'oxigène; le même gas eſt engendré par la fermentation putride & par la diſtillation des matières animales. Un morceau de chair qui, dans ſa fraîcheur, rougit le papier coloré par les pétales des mauves ou de la violette, le verdit au bout de quelques jours; à la première époque, il n'y exiſtoit pas d'ammoniaque en quantité ſenſible ou ſuffiſante pour neutraliſer la moindre partie d'acide muriatique; à la ſeconde il en fournit abondamment. Le même morceau deſſéché n'eût point ſubi cette alkaliſation, même avec le contact de l'air; la préſence de l'eau eſt néceſſaire, puiſqu'elle ſeule peut fournir l'hydrogène à l'azote animal, puiſque c'eſt d'elle que le gas acide carbonique doit recevoir immédiatement une portion du principe acidifiant. Il en eſt de même dans la diſtillation des matières animales qui donnent auſſi de l'ammoniaque, du gas acide carbonique & des acides empyreumatiques, dont il n'exiſtoit auparavant que les baſes.

Si le gas ammoniacal eſt véritablement compoſé d'hydrogène & d'azote, ces principes doivent ſe retrouver ou libres ou engagés dans d'autres compoſitions, toutes les fois qu'un agent quelconque exerce ſur l'un d'eux une affinité plus puiſſante que celle qui les réunit. C'eſt ce qu'on obſerve dans toutes les décompoſitions de l'ammoniaque.

J'ai répété dans une ſéance des Cours publics de l'Académie de Dijon la belle expérience de M. Berthollet ſur le nitrate ammoniacal; on a mis dans une cornue de verre 936 grains de ce ſel deſſéché au point de devenir opaque & comme effloreſcent, on a adapté à la cornue un récipient entouré de glace communiquant à pluſieurs flacons de ſuite & à une cuve pneumatique. Après l'opération, on a trouvé dans le récipient 573 grains de liqueur foiblement acide & tenant encore un peu de nitrate ammoniacal non décompoſé. Cette liqueur a été rediſtillée, après

(1) C'eſt ainſi que, dans les diſſolutions de zinc ou de fer, il ne ſe dégage que du gas azote lorſqu'elles ſont rapides, lorſqu'il ſe produit une grande chaleur; parce que, comme le remarque M. Berthollet, *tout l'air vital eſt reténu par la ſubſtance métallique.* C'eſt encore l'affinité du fer avec l'oxigène du gas nitreux, qui occaſionne le précipité noir obſervé par M. Prieſtley dans la diſſolution de ſulfate de fer, quand on l'agite avec le gas nitreux, ou que l'on y verſe de l'acide nitreux. M. Berthollet s'eſt aſſuré que ce phénomène n'avoit pas lieu avec l'acide nitrique. (*L. c. pag. 336, 338.*) Ce que M. Prieſtley a nommé *air nitreux déphlogiſtiqué*, dans lequel la bougie brûle, qui tantôt affecte l'air commun, tantôt ne l'affecte pas, ſans qu'il ait jamais pu le prévoir d'avance, a toujours fini par laiſſer de *l'air phlogiſtiqué*, lorſqu'il l'a tenu un certain temps ſur les clous de fer par leſquels il faiſoit altérer le gas nitreux. (*Continuation, &c. Part III, ſect. 20 & 21.*)

(2) M. Sennebier avoit confirmé, par ſes propres expériences, l'opinion des Stahliens ſur la poſſibilité de convertir l'air fixe & l'air phlogiſtiqué l'un dans l'autre; mais ce célèbre Phyſicien vient de publier qu'il s'étoit trompé, & que « quand il a employé un air phlogiſtiqué & un air déphlogiſtiqué bien lavés dans l'eau de chaux, ces deux airs ſont » reſtés très-long-temps mêlés ſans aucune altération réciproque, & par conſéquent ſans aucune production d'air fixe. » (*Tome VII, pag. 440.*)

que l'on a saturé l'acide libre, & on a recueilli par ce moyen 231 grains d'eau pure, quantité qui excède de plus de 203 la quantité d'eau de crystallisation qui pouvoit rester dans la composition de ce sel, en suivant les proportions indiquées par M. Wenzel (*Voyez la table &c. ci-devant page 588*). Le produit gaseux fut de 550 pouces cubiques, dont 296 furent absorbés lentement par l'eau.

Bergman & Scheele ont bien vu que l'ammoniaque étoit décomposée lors de la fulmination de l'or; qu'elle l'étoit par l'acide muriatique oxigéné, & qu'elle ne laissoit après cette décomposition qu'un fluide aériforme qui éteignoit la bougie, ce qu'on appelloit alors de l'air phlogistiqué. Les expériences de MM. Berthollet & de Fourcroy ont mis dans le plus grand jour les causes immédiates de ces phénomènes: le premier y a ajouté la fulmination plus terrible encore de l'argent précipité de sa dissolution nitrique par la chaux, & tenu en digestion dans l'ammoniaque; le second a produit une inflammation spontanée en faisant passer sous le même récipient du gas ammoniacal & du gas acide muriatique oxigéné; il a fait voir qu'en recevant immédiatement ce gas acide dans l'ammoniaque en liqueur, il n'en sortoit que du gas azote; &, en indiquant aux Chymistes un procédé précieux pour obtenir ce gas dans toute sa pureté, ce célèbre Académicien a confirmé les résultats de cette importante analyse, après laquelle on ne retrouve en effet de tous les matériaux de l'ammoniaque que de l'eau régénérée par l'union d'un de ses principes avec l'oxigène surabondant de l'acide muriatique, & de l'azote rendu à sa forme élastique.

Au lieu de prendre l'oxigène en cet état, qu'on le prenne dans sa combinaison avec un métal, il n'y aura d'autre différence, sinon que ce ne sera plus l'acide, mais le métal qui sera désoxigéné : on sait que l'ammoniaque est décomposée par l'oxide noir de manganèse; on a vu précédemment comment les métaux étoient réduits dans le gas ammoniacal à la faveur d'une élévation de température.

Pour épuiser toutes les observations qui viennent renforcer les preuves de ces faits dans un ordre direct ou réciproque, il faudroit les comparer tous à tous; il faudroit les ramener en traitant de chaque substance, pour la considérer successivement & comme instrument d'analyse de tous les composés du même genre, & comme analysée elle-même par divers agens, & comme fournissant alternativement l'un ou l'autre de ses principes à de nouveaux produits; mais le Lecteur suppléera facilement les détails que je néglige afin de lui épargner des répétitions. Je crois avoir rempli le plan que je me suis proposé, de montrer la correspondance des phénomènes les plus importans & l'accord des conséquences nécessaires qu'ils présentent. C'est sur cette liaison que repose principalement une doctrine formée dans ses commencemens d'un petit nombre d'expériences exactes dont les résultats sembloient démentir toutes les idées reçues, & qui embrasse aujourd'hui l'ensemble de nos connoissances acquises; c'est la facilité vraiment surprenante avec laquelle elle nous sert à expliquer mieux ce qu'on n'expliquoit qu'imparfaitement, à concilier ce qui devenoit contradictoire dans nos systêmes, à guider des recherches toujours heureuses dans des sentiers absolument inconnus; c'est la lumière qu'elle répand à la fois sur tant d'objets si divers, qui entraîne la confiance, dès qu'on a pu s'élever jusqu'à envisager sans prévention ses opinions d'habitude. Il m'a paru indispensable d'établir une fois cette théorie sur une base solide; après cela, nous n'aurons plus qu'à en suivre les développemens & les applications.

Troisième Section.

Division & caractères des fluides aériformes.

En traitant de l'analyse de l'air, j'ai eu occasion de parler de plusieurs autres substances qui ont beaucoup de propriétés communes avec lui & qui lui ressemblent tellement par les caractères physiques les plus apparens, que quelques-uns ont cru devoir leur conserver ce nom, en le modifiant simplement par un adjectif. C'est ainsi que M. Priestley admet encore un *air inflammable*, un *air phlogistiqué*, un *air nitreux*, un *air acide sulfureux*, un *air fixe*, un *air acide muriatique*, un *air alkalin*, *&c.* Ces substances ont été désignées par d'autres sous les dénominations de *fluides aériformes*, de *fluides élastiques*; & l'on ne peut contester que ces expressions ne soient très-convenables, lorsqu'il ne s'agit que de les considérer collectivement; mais elles ne pourroient servir à spécifier chacun de ces fluides, qu'autant qu'elles seroient accompagnées d'épithètes distinctives, & cette multiplicité de mots pour exprimer une seule chose deviendroit fatigante. Voilà sans doute ce qui a engagé le célèbre Macquer à donner à tous ces fluides le nom générique de *gas*; nous n'avons pas hésité de l'adopter, comme étant très-conforme aux règles de nomenclature que nous nous étions formées (*Voyez second Avertissement, p. 654*) : l'objet de cette section est de déterminer ce qui différencie, du moins méthodiquement, l'air, les gas & les autres fluides aériformes, de les classer respectivement, pour qu'on ne soit plus exposé à confondre des êtres qui sous un seul rapport commun présentent des espèces très-distinctes.

La matière de la chaleur est dans la nature le fluide essentiel, elle est aussi celle qui jouit de l'affinité la plus universelle, quoique dans des degrés très-variés, avec tous les corps; elle s'y unit par affinité de surcomposition en toute proportion; au moyen de ces combinaisons, elle change leur forme, c'est-à-dire qu'elle tend à leur donner celle qui lui est propre, suivant la loi commune des dissolutions (*Voyez* CALORIQUE). La chaleur est exactement pour tous les êtres matériels ce qu'est l'humidité pour

le cheveu de l'hygromètre de M. de Saussure; ce cheveu est il dans une athmosphère très-humide? il lui prend une partie de l'eau qu'elle recèle jusqu'à ce que l'attraction qu'il exerce soit en équilibre avec l'affinité qui l'unit à l'air ambiant, & qui est d'autant plus puissante, qu'il lui en reste une moindre quantité. Alors la substance animale prend un accroissement sensible dans toutes ses dimensions, & l'application continuée de ce liquide à grande dose lui feroit subir une vraie macération au bout d'un temps plus ou moins long, suivant que la fermeté de son tissu opposeroit plus ou moins de résistance. Cette substance se trouve-t-elle au contraire environnée de corps secs ou qui attirent l'eau plus fortement? elle en est dépouillée à son tour, & aussi-tôt ses molécules rendues au pouvoir attractif qui les enchaîne les unes aux autres se rapprochent du centre de cette action; elle est restituée à l'état de concrétion dans la même proportion qu'elle en avoit été éloignée.

Ainsi cette mobilité, cette expansibilité qui constituent les principaux caractères du fluide athmosphérique & de tous les corps qui ont ces propriétés communes avec lui, ne dépendent que de leur dissolution actuelle par le calorique; cette forme est le résultat immédiat de la combinaison, & la proportion du dissolvant une fois déterminée, cette forme, de même que tous les autres effets naturels, ne peut plus varier que par l'action d'une nouvelle puissance: de là vient le rapport constant du volume de ces fluides ou de l'espace qu'ils occupent, avec la pression qu'ils éprouvent, ou les poids dont ils sont chargés. C'est ce que M. Lavoisier a exposé très-clairement dans son Mémoire sur la combinaison de la matière du feu avec les fluides évaporables (*Acad. roy. des Sc. ann. 1777, p. 420*), où, après avoir montré que l'éther déchargé de la pression de l'athmosphère sous le récipient de la machine pneumatique, entre en ébulition, se transforme en fluide élastique & soutient le mercure dans le baromètre à 10 pouces pendant l'hiver, à 25 pouces en été, il conclut d'une suite d'expériences semblables sur diverses liqueurs «que la transformation des fluides en » fluides aériformes est soumise à deux loix dont » l'effet est opposé: d'une part, le degré de chaleur » auquel ils sont exposés tend à les vaporiser; de » l'autre, la pression de l'athmosphère met obstacle » à leur vaporisation: de sorte qu'ils sont ou dans » l'état d'élasticité ou dans celui de liquidité, suivant » que l'une des deux forces l'emporte sur l'autre (1). »

» Des recherches plus approfondies sur la nature » des fluides aériformes (dit ailleurs cet illustre Académicien) ont fait connoître que c'étoit à la matière de la chaleur, qui entroit dans leur composition, qu'ils devoient leur état élastique; que » toutes ces substances volatiles, soit fluides, soit » concrètes, étoient susceptibles de se vaporiser, de » se transformer en des espèces d'air, à un certain » degré de chaleur; que le baromètre, par exemple, » étant à 28 pouces, c'est-à-dire à sa hauteur moyenne, l'eau prenoit l'état aériforme à une chaleur » de 80 degrés, l'esprit de vin à 66, l'éther à 32, &c. » que ces fluides ainsi devenus élastiques & aériformes pouvoient être contenus sous des cloches » ou récipiens de verre, être transvasés de l'un dans » l'autre & se prêter à toutes les expériences que » l'on peut faire sur l'air vital, l'air inflammable, &c. » & sur tous les fluides élastiques permanens.

» L'état aériforme ou de fluide élastique n'est donc » qu'une manière d'être de ces corps, & le mot d'*air* » ou de *gas* n'est qu'une expression générique qui » caractérise non pas une espèce, mais une classe » de corps; & l'air de l'athmosphère n'est lui-même » qu'un individu de cette classe nombreuse» (*Mém. de la Soc. roy. de Med. ann. 1785, p. 569*).

D'après ces principes, nous regarderons l'air commun, sinon comme *le plus simple & le plus pur des gas*, ainsi que l'ont pensé quelques Physiciens, ainsi que le disoit encore le célèbre Macquer dans la dernière édition de son Dictionnaire, du moins comme un gas composé qui, de même que les autres fluides élastiques reçoit sa forme du calorique. Mais sans perdre de vue ces vérités abstraites, il me semble que nous pouvons former plusieurs classes distinctes des divers fluides aériformes, ce qui nous servira en même temps & à rapprocher ceux qui ont d'autres caractères communs, & à mettre plus d'ordre dans les matières que nous avons à traiter. Voici les raisons qui m'ont fait adopter la division que je propose.

Le fluide athmosphérique est le plus universellement répandu dans la nature, il est présent & agissant par-tout; il forme par sa masse une puissance physique sous laquelle tous les autres corps restent comprimés, un océan dans lequel s'opèrent toutes les destructions & les reproductions; c'en est assez pour lui donner un rang séparé, pour lui conserver le nom d'*air* dont il est en possession depuis si long-temps, & qu'il n'y a aucune raison de changer. S'il n'est pas le fluide le plus propre à entretenir la combustion, il est du moins le fluide le plus *respirable*; car, quoique l'air que nous appellons vital puisse être

(1) M. de Saussure vient de publier quelques expériences, qui semblent annoncer que la rareté de l'air ne produit pas sur l'évaporation de l'éther un effet aussi grand que l'on auroit pu le croire, puisqu'il fallut 11 minutes 45 secondes pour évaporer sur *Roche-michel* (où le barometre étoit descendu à 18 po. 5 lig.) la même quantité d'éther qui s'étoit evaporee en 7 min. 5 sec. à Arles en Provence (le mercure se soutenant à 28 po. 1 lig.). Mais ce savant Physicien n'a pas manqué de faire observer que, dans ces deux expériences, il y avoit eu une différence de température de 7,9 deg. au thermomètre de Réaumur, & de 19 degrés à son hygromètre; or, il est évident qu'à pression égale, ces deux circonstances auroient plus que doublé la durée de l'évaporation. M. de Saussure avertit en conséquence que, pour avoir des résultats comparables, on ne doit pas attendre l'évaporation totale de l'éther, qui se ralentit d'autant plus sur la fin, que l'air, plus refroidi, y dépose une plus grande quantité d'eau. (*Journ. phys. tom. 34, pag. 177*).

respiré sans danger & même avec une sorte de sensualité, quoiqu'il soit très-probable que son usage produiroit des effets salutaires dans plusieurs maladies, on n'est pas en droit d'en conclure qu'il seroit le plus favorable à la vie de l'animal qui le respireroit continuellement ; les médicamens les plus héroïques sont précisément ceux qui seroient le plus funestes comme alimens ; enfin nous ne savons pas encore si l'azote, qui paroît être un des élémens de la matière animalisée, ne joue pas aussi un rôle lors de la décomposition de l'air par la respiration. En considérant sous ce point de vue l'air commun, l'air vital ne sera que synonyme de gas oxigène, ainsi que nous l'avions déjà annoncé dans la méthode de Nomenclature.

Les *gas proprement dits* seront ceux qui retiennent cette forme à la température de nos climats; cette permanence au froid est un caractère assez marqué pour ne pas les confondre avec ceux que le seul refroidissement ramène à l'état liquide ou même concret. Dans le nombre de ces gas il y en a qui sont plus simples, d'autres plus composés, quelques-uns même susceptibles de surcomposition : ces considérations deviennent étrangères au principe qui en détermine la réunion; ils sont tous de même nature en ce sens qu'ils ont une égale faculté à s'approprier la quantité de calorique nécessaire pour se maintenir dans cet état d'expansion, ou qu'ils sont disposés à recevoir cette forme d'une moindre quantité.

La propriété bien connue de plusieurs de ces gas & spécialement des gas acides, de s'absorber, de disparoître en quelque sorte, dès qu'ils viennent au contact de l'eau ou de quelqu'autre liquide, pourroit faire penser au premier coup d'œil qu'ils devroient aussi être rangés dans une classe particulière ; j'avouerai sans peine que je n'y trouverois pas grand inconvénient, étant d'ailleurs bien convaincu que l'on ne doit pas mettre beaucoup d'importance à ces divisions de méthode, qui, ne pouvant avoir précisément de base fixe dans la nature, conservent, par cela même, toujours quelque chose d'arbitraire. Cependant il est à remarquer que cette absorption des gas dans l'eau est due à une affinité directe de l'eau avec le fluide gaseux, qu'il existe une pareille affinité, quoique dans un degré plus foible, de l'air lui-même avec l'eau ; qu'il n'y a probablement aucun gas qui ne perde aussi la forme élastique par affinité avec quelque autre substance; en un mot que cette propriété est réellement indépendante de la facilité avec laquelle les fluides aériformes retiennent ou abandonnent aux corps environnans le calorique qui les porte à cet état d'expansion : c'est un motif suffisant de ne point séparer ceux qui se trouvent à cet égard dans la même condition.

Je comprendrai sous le nom de *gas vaporeux* ou de *vapeurs* tous les fluides élastiques qui se condensent & reviennent à leur forme primitive, liquide ou concrète, par le simple refroidissement à la température moyenne, sans qu'ils passent à de nouvelles combinaisons, sans qu'il y ait en jeu aucune affinité capable d'en opérer la décomposition, mais seulement en vertu de la loi qui fait tendre continuellement la chaleur sensible à se mettre en équilibre dans les corps environnans.

Ainsi les vapeurs de l'éther, de l'esprit-de-vin échauffés, l'eau & le mercure en ébullition, tous les liquides qui montent à la distillation, les sublimés salins & métalliques, l'or lui-même qui, volatilisé par la violence du feu solaire, s'élève assez pour dorer une lame d'argent placée à quatre pouces au dessus (*Macquer*, *dict. art. or*); toutes ces substances sont véritablement des fluides élastiques, expansibles, transparens, compressibles, en un mot des gas qui ne diffèrent des autres gas qu'en ce que leur durée est subordonnée à la persévérance d'une température extraordinaire & très-élevée; c'est-à-dire, comme les sels peu solubles diffèrent de ceux qui exigent moins d'eau pour leur dissolution, ou bien comme le mercure diffère de nos métaux solides. Nous sommes donc également fondés & à les ramener d'abord dans le système général, & à les y classer dans un ordre qui annonce leur condition particulière.

La table suivante présente l'ensemble de ces divisions & des principales espèces qui leur appartiennent, autant qu'elles nous sont connues jusqu'à ce jour : les détails qui concernent chacun de ces gas se trouveront à leur article.

Division générale des fluides élastiques ou aériformes.

I. Fluide élastique respirable

Air athmosphérique *ou* air commun

II. Gas proprement dits *ou* permanens

Gas les plus simples	Gas oxigène *ou* air vital	
	Gas azote	*Gas azote carboneux*
		Gas azote phosphoreux (1)
		Gas azote sulfureux (2)
	Gas hydrogène	*Gas hydrogène carboneux*
		Gas hydrogène phosphoreux
		Gas hydrogène sulfureux
Gas oxides	Gas nitreux	
	Gas oxide sulfureux	

(1) Voy. ci-devant expér. XVII, & remarques.
(2) Voy. ci-devant expér. XXV.

Gas acides	Gas acide carbonique
	Gas acide sulfureux
	Gas acide nitreux
	Gas acide muriatique
	Gas acide muriatique oxigéné
	Gas acide fluorique
Gas ammoniacal	*Gas ammoniacal fétide*

III. Gas vaporeux *ou* vapeurs

Vapeurs	d'huiles volatiles	
	d'eau bouillante	
	de liqueurs acides	
	d'huiles fixes	
	de sels sublimés	acides
		neutres
	de radicaux acides	Phosphore
		Soufre
		Arsenic
	de sublimés métalliques	Métaux bouillans
		Oxides métalliques

Quatrième Section.

Des propriétés & des affinités de l'air athmosphérique.

Après avoir tracé dans la *première* section de cet article l'histoire des progrès de nos connoissances sur la nature de l'air, présenté dans la *seconde* une analyse exacte de ce fluide confirmée par tous les phénomènes dont il est la cause ou le sujet, & indiqué dans la *troisième* la division générale des substances aériformes, il ne me reste dans celle-ci qu'à rapprocher les principaux faits qui établissent en particulier les propriétés & les affinités de l'air commun ou athmosphérique ; & pour remplir cet objet, je n'aurai le plus souvent qu'à résumer les conséquences des vérités dont les preuves ont été précédemment développées.

L'air agit sur les corps par sa masse, par son élasticité, par son mouvement, par sa température; il agit comme dissolvant fluide, il agit par l'affinité des principes qui s'en séparent : il faut donc, si l'on veut prendre une juste idée de la nature de cet agent, considérer d'abord ses propriétés méchaniques, ensuite ses propriétés chymiques, & distinguer avec soin dans les dernières les affinités qui le surcomposent, de celles qui le résolvent en ses élémens.

I. L'air est *fluide*, c'est-à-dire, que ses parties sont très-mobiles, qu'elles cèdent facilement à l'impression du mouvement ; il n'est pourtant pas le fluide le plus subtil : le corps qui le déplace éprouve encore une résistance très-sensible que ne donne pas la lumière malgré sa vitesse, ni le calorique malgré la sensation qu'il procure, ni la matière électrique si elle n'est condensée. Il est impermeable au verre, aux métaux, à un grand nombre d'autres substances, même de celles qui se laissent pénétrer par l'eau, & qu'il ne traverse que dans quelques circonstances particulières, lorsque l'affinité de transmission lui a frayé une route par leurs pores (1).

On a cru que l'air étoit essentiellement fluide, parce qu'on n'a jamais observé dans la nature ni dans les refroidissemens artificiels un degré de froid assez fort pour le priver de cette fluidité; mais nous savons maintenant qu'il a des principes susceptibles d'entrer dans des composés solides, quand ils sont déterminés par quelque affinité à abandonner une partie du calorique qui les tient en dissolution. Ce n'est donc qu'à cet état de dissolution par le feu qu'ils doivent leur fluidité actuelle; & tout ce que l'on peut affirmer, c'est que, libres de toute autre combinaison, ils reprennent, à toute température connue, assez de calorique pour reparoitre constamment sous cette forme. Puisque l'air devient plus rare en prenant une nouvelle dose de calorique, qu'il devient plus dense en le perdant, il est tout aussi certain que c'est le calorique seul qui lui donne la fluidité, qu'il l'est que l'effet est en raison de la cause qui le détermine; car qui est-ce qui pourroit nier que la condensation ou la diminution du volume d'un corps fluide par refroidissement ne soit un progrès vers la solidité, précisément comme la perte d'une quantité quelconque de chaleur est un acheminement vers le terme de progressiou où il n'en resteroit à ce même corps que ce qu'il peut retenir en l'état solide ?

L'air est *élastique*, non pas seulement à la manière des corps durs qui, étant comprimés, se rétablissent dans leur première forme; il jouit d'une élasticité bien plus parfaite, puisqu'il suffit de le décharger du poids de l'athmosphère, pour qu'il remplisse tout-à-coup l'espace dans lequel il cesse d'éprouver cette pression, & que les limites de cette expansion n'ont pu jusqu'à présent être determinées Cette propriété lui est commune avec tous les fluides aériformes. Ce ressort de l'air ne s'altère point par la durée de la compression; M. de Roberval a tenu pendant 15 ans de l'air comprimé dans le fusil pneumatique, & au bout de ce temps, il a montré la même force que le premier jour. A température égale, l'effort de la dilatation de l'air est proportionnel à sa densité.

Les Physiciens ont cherché dans la figure des parties de l'air la cause de sa fluidité, de sa rareté & de son élasticité : Descartes se représentoit ces parties comme des *plumules* flexibles, d'autres les imaginoient

(1) Voyez ci-devant page 674.

en spirales; plusieurs ont déduit leur mobilité de leur rondeur; Newton supposoit à toutes ses molécules une force centrifuge ou répulsive qui commençoit à agir quand la force attractive étoit surmontée, qui les écartoit d'autant plus les unes des autres, qu'elles étoient plus étroitement adhérentes, & qui formoit ainsi un air permanent (*Opt. L. III. quest. 31*). Ces explications sont de pures hypothèses; pour s'en convaincre, il suffit de leur appliquer les connoissances que nous avons acquises sur la nature de ce composé fluide, & les loix générales des dissolutions.

Nous ne pouvons pas plus juger de la figure propre aux élémens de l'air par la figure qu'il prend en traversant un liquide, que nous ne pouvons déterminer la crystallisation de la glace par la rondeur des gouttes d'eau; l'or aussi devient rare dans sa dissolution nitro-muriatique, & d'autant plus que cette dissolution est plus étendue; nous avons vu dans un grand nombre de circonstances l'air perdre son élasticité, quand le calorique s'en séparoit; c'est donc uniquement à la présence de cette matière qu'il doit habituellement sa rareté, sa fluidité, son élasticité, parce qu'il se trouve dans la condition où le corps dissous reçoit la forme du dissolvant.

On peut concevoir l'élasticité de certains corps, sans recourir à une loi nouvelle qui n'est encore démontrée par aucun phénomène. Puisqu'on ne peut douter que leurs molécules éprouvent une force que nous nommons attraction, il suit, comme le dit très-bien le célèbre Diderot, qu'elles doivent se disposer entre elles d'une certaine manière par leur action mutuelle, & que si on dérange ces particules, elles tendront à se remettre dans leur premier état, ou du moins à se coordonner entre elles relativement à la loi de leur action & à celle de la force perturbatrice (*Voy. Dict. de Math. art. élasticité*). Un corps plié rompt quand cette force perturbatrice écarte ses parties au-delà de la sphère de leur action. Si les particules sont de différente matière, & agissent suivant différentes loix, il en résulte des corps élastiques mixtes, c'est-à-dire des systêmes composés de deux ou plusieurs systêmes de particules différentes par leur qualité & leur action. L'élasticité du plomb n'est plus la même si on le met en fusion, parce que l'on coordonne un nouveau systême de particules de plomb & de feu qui constituent le plomb fondu. On peut ainsi expliquer pourquoi les gas acides, par exemple, perdent la forme élastique, en s'unissant à l'eau ou à d'autres substances par affinité; pourquoi l'air athmosphérique lui-même, qui reste en dissolution dans l'eau, paroit avoir perdu cette propriété: ces fluides sont alors partie d'un systême différent.

Il faut convenir cependant que cela ne peut servir à rendre raison de la force d'élasticité que l'air montre dans le vuide, & qui, augmentant toutes ses dimensions, écartant ses molécules en tous sens, ne peut absolument être considérée comme dépendant d'aucune force attractive: je ne pense pas que l'on puisse en indiquer d'autre cause immédiate que la compression, non des particules de l'air, mais du fluide qui les tient en dissolution, de ce calorique qui certainement est très-compressible, qui, avec la lumière ou après la lumière, est peut-être dans la nature le seul fluide essentiel, le seul compressible, le seul élastique, & de qui tous les autres corps reçoivent ces propriétés. Ce ne sera pas, je l'avoue, avancer beaucoup la théorie de la force élastique en elle-même, que de la rapporter à la matière du feu; mais ce sera s'approcher de la vérité de fait, qui est ce que nous devons d'abord chercher avant que de remonter aux causes premières, supposé que nous puissions y atteindre. *Voyez* CALORIQUE.

L'air est donc *compressible* en tant qu'il est tenu en dissolution par le calorique; il l'est d'autant plus, qu'il est plus surcomposé de ce principe; il se comprime lui-même, c'est-à-dire que la couche supérieure comprime par son poids celle qui est au dessous, & c'est parce que cette compression varie à chaque instant, que nous sommes obligés d'en tenir compte toutes les fois que nous voulons estimer sa masse par son volume. Les expériences ont prouvé, comme je l'ai dit en indiquant la manière d'opérer pour parvenir à cette estimation, que les espaces occupés par l'air, à température égale, étoient en raison inverse des poids comprimans; on sent que cette règle ne peut être rigoureusement vraie, puisqu'il en résulteroit, dans les cas extrêmes, ou que l'air n'occuperoit plus aucun espace, ou que toute compression cessant, son volume seroit infiniment grand; mais dans les limites de toutes les compressions moyennes, elle s'accorde parfaitement avec les observations.

L'air est *pesant*; sa pesanteur se mesure de différentes manières & pour différens objets. La hauteur du mercure dans le baromètre indique le poids de la colonne correspondante de l'athmosphère; de là on tire facilement par le calcul l'estimation de la force avec laquelle l'air comprime le globe terrestre; car cette pression est la même que si ce globe étoit de toute part environné d'une couche de mercure de 28 pouces, ou de 32 pieds d'eau.

J'ai fait voir comment un volume d'air donné pouvoit être pesé dans nos balances; lors de nos expériences aérostatiques, nous avons trouvé que le pied cube d'air pesoit moyennement 802 grains, & par conséquent 0,464 le pouce cube: ce qui donne la pesanteur spécifique de ce fluide comparée à celle de l'eau :: 1 : 800 (*Description de l'aérostat de l'Académie de Dijon, &c. p. 53*). Mais cela ne doit être considéré que comme un terme moyen dans les limites des variations les plus ordinaires de la pression & de la température; pour avoir un terme fixe de comparaison, les Chymistes françois réduisent le volume actuel à l'espace que l'air occuperoit, le baromètre étant à 28 pouces, & le thermomètre à 10 degrés au dessus de zéro; dans ce cas, le pouce cube d'air athmosphérique pèse 0,46005 grains, suivant les expériences de M. Lavoisier.

L'air voisin de la terre n'est pas seulement le plus

pesant à raison de ce qu'il est plus comprimé, son poids peut augmenter dans une proportion bien plus considérable, à cause des émanations dont il est chargé. C'est ainsi que les Commissaires de l'Académie de Dijon ont reconnu qu'un pied cube d'air pris à la surface du sol, dans l'intérieur d'une tour, surpassoit de 131,55 grains le pied cube d'air pris à une hauteur perpendiculaire de 120 pieds, quoiqu'il n'y eût que 1,25 ligne d'abaissement dans le baromètre, & que la différence de température ne fût que 2,75 degrés; ce rapport confirmé par le calcul de l'air déplacé par des poids & des cordes de différens volumes, leur fit connoître la vraie cause du changement apparent de pesanteur du même corps grave à des points plus ou moins élevés (*Journ. phys. T. V, p. 314*).

Dans les profondeurs de la terre, le poids de l'air augmente encore plus sensiblement par l'effet de la pression; les Physiciens ont calculé qu'à 43528 toises, qui ne font que la 74e. partie du rayon du globe terrestre, il péseroit au moins autant que l'or.

L'air étant, comme je l'ai dit, dans un état de dissolution habituelle par le calorique, & *expansible* comme lui, son volume éprouve encore de grandes variations par l'augmentation ou la diminution de la chaleur.

J'ai indiqué la règle d'après laquelle, depuis que la Chymie est devenue une science exacte, on a commencé à réduire ces volumes variables au volume qu'auroit la même masse à un degré donné, vers la température moyenne; mais les expériences de M. du Vernois, dont j'ai présenté les résultats, annoncent de nouvelles recherches à faire pour mettre plus de précision dans cette estimation, & même une progression de dilatation de l'air à mesure qu'il reçoit plus de chaleur, progression dont il devient bien important de déterminer la loi, si l'on veut établir quelque correspondance entre ces accroissemens de volume & la marche de nos thermomètres. Pour concourir à ces vues, j'ai établi un instrument d'observation, que j'appelle *dioslatimètre*; il est composé d'un long tube de verre terminé par une boule de sept pouces cubes de capacité; le tube porte des divisions en demi-centièmes de pouce cube, & son extrémité plonge dans une petite cuvette remplie de mercure; à côté du tube se trouve placée une réglette divisée en pouces & lignes, que je nomme *flotteur*, parce qu'elle est suspendue par des contre-poids qui la tiennent constamment au niveau du mercure; enfin la planche sur laquelle le tube est fixé perpendiculairement, & qui est isolée pour laisser la boule en contact de toute part avec l'air ambiant, reçoit aussi un thermomètre à mercure bien gradué. On conçoit qu'en prenant, pour chaque degré du thermomètre, 1°. le volume apparent de la masse d'air ainsi renfermée, 2°. la hauteur du baromètre au temps de l'observation, 3°. la hauteur de la colonne de décharge dans le tube (ce que l'on peut faire très-facilement & avec beaucoup de précision au moyen du flotteur), on aura par la suite tous les élémens nécessaires pour déterminer, de la manière la plus sûre, les changemens de volume de cet air correspondans à chaque degré du thermomètre dans les limites des variations de notre température.

L'air a-t-il une *couleur* propre? Cette question a été fort agitée parmi les Physiciens; tous conviennent qu'il est absolument invisible, que, quoiqu'il occupe tous les espaces, il présente à l'œil l'idée du vuide, de manière qu'il n'y a aucune différence sensible entre un récipient qui en est rempli, & celui dont on l'a tiré par la pompe pneumatique. D'après cela, plusieurs croient qu'il n'a par lui-même aucune couleur, & qu'il refrange la lumière sans la réfléchir; d'autres pensent que ses grandes masses sont bleues: c'étoit l'opinion de Mariotte qui admettoit dans l'air une légère nuance bleue ou la faculté de réfléchir le rayon bleu; Fabri, Wolf & Muschenbrock attribuent au contraire cette couleur au mélange de lumière & d'ombre; c'est-à-dire qu'ils supposent que le noir de la haute région de l'air ou des objets éloignés prend une nuance bleue en traversant une masse d'air transparent. Il est certain que le ciel paroît bleu & d'autant plus foncé qu'on le voit d'un lieu plus élevé; c'est ce qui a été bien confirmé en dernier lieu par les observations de M. de Saussure sur le Mont-Blanc. Ce Physicien avoit préparé sur du papier seize nuances de bleu, en commençant par le bleu de Roi & dégradant successivement; le ciel, vu de la cime, lui parut répondre entre les numéros 1 & 2, c'est-à-dire de la plus haute intensité; vu dans le même temps du Prieuré de Chamouni, il paroissoit répondre entre la 5e. & la 6e. nuance, & à Genève à la 7e. D'autre part, l'expérience a fait voir que la fumée devenoit bleuâtre lorsqu'elle étoit très-éclairée, que les corps noirs recouverts d'une légère couche de blanc paroissent bleus; ce qui prouve qu'un mélange de lumière & de noir peut affecter l'œil de la même manière que le rayon bleu. Mais, s'il étoit vrai que la couleur bleue de l'air dépendit réellement du mélange de la lumière avec l'ombre, il arriveroit que la couleur de ce fluide seroit aussi variable que les proportions du mélange, parce qu'il est évident que toute couleur provenant d'un mélange de lumière & d'ombre doit changer en une autre couleur, si la masse de la lumière change, ou si la quantité d'ombre augmente; or la couleur de l'air est toujours bleue: cette considération très-bien développée par M. Eberhard, & qu'il a appuyée de plusieurs expériences dans sa dissertation sur la couleur de l'air, me détermine à adopter comme la plus probable l'opinion de ce Savant, que l'air a la propriété de causer une plus grande réfraction aux rayons bleus qu'aux autres rayons, qu'il a naturellement une légère couleur bleue, & qu'il doit l'offrir à nos yeux toutes les fois qu'ils ne sont pas distraits de cette impression par des couleurs plus vives (*Journ. phys. Mars 1772*).

On place communément l'air au nombre des substances *insipides* & *inodores*; il est vrai que lorsqu'il est seul ou pur, il ne produit aucune sensation qui indique la présence d'un corps pourvu de saveur ou d'odeur. Mais il est très-possible, comme le dit le célèbre Macquer, que ce soit l'habitude qui nous rende ces sensations moins distinctes; une sensation continue ou sans intervalle se confond avec notre manière d'être, & telle seroit nécessairement celle que feroit sur nous un fluide dans lequel nous sommes plongés depuis le premier instant de notre existence, & d'où nous ne pouvons sortir sans perdre bientôt le principe de la vie. M. de Fourcroy attribue à l'air une sorte de saveur qui devient sensible & même douloureuse quand ce fluide touche les nerfs découverts par les plaies, & qui oblige de garantir de son contact les blessures des animaux & des végétaux, pour en hâter la cicatrisation. Cette remarque est d'autant plus juste, que, quand on voudroit rapporter immédiatement l'effet au simple desséchement produit par l'air & à la crispation qui l'accompagne, ce seroit toujours avouer implicitement une action pareille à celle de la saveur, qui n'est aussi, en dernière analyse, que le résultat de l'affinité de la substance savoureuse avec quelque principe du corps organisé.

L'air reçoit facilement le mouvement de vibration qui constitue le *son*; c'est le milieu qui le transmet le plus ordinairement. Le son ne se propage pas dans le vuide; il s'affoiblit dans un air rare; son intensité augmente dans un air condensé. M. de Saussure a observé que sur la cime du Mont-Blanc, un coup de pistolet ne faisoit pas plus de bruit qu'un petit pétard de la Chine n'en fait dans une chambre (*Relation*, &c. *p. 28*). Suivant les expériences d'Hauxbée, on entend le son une fois plus loin dans un air dont la densité est double, on l'entend trois fois plus loin dans un air dont la densité est triple: d'où il suit que le son augmente comme le quarré de la densité de l'air, ou, dans les termes de M. Zanotti, comme le produit de sa densité par son ressort; ce qui n'est pas différent, l'élasticité de ce fluide augmentant en même raison que sa densité. Cependant les observations de M. Perolle annoncent que si le gas oxigène est réellement plus favorable que l'air à la propagation du son, le gas acide carbonique l'est beaucoup moins (*Acad. de Turin*, *ann. 1787*).

L'air est mis par MM. Franklin & Aepinus au nombre des substances électriques par elles-mêmes, ou comme on les nomme *idio-électriques*, s'électrisant par frottement & livrant difficilement passage à la matière électrique; mais pour cela, il faut qu'il soit sec; lorsqu'il est humide, il participe à cet égard de la nature de l'eau, & devient d'autant plus conducteur, qu'il en est plus chargé.

Quelques Physiciens avoient cru remarquer que l'électricité ne se transmettoit pas dans le vuide; d'autre part, il étoit bien constaté que dans les vaisseaux dont l'air avoit été tiré par la pompe pneumatique, les effluves devenoient plus sensibles. On connoît sur-tout cette expérience de M. de Parcieux, si favorable à la théorie de l'illustre Franklin, dans laquelle une bouteille de Leyde placée sous le récipient donne des jets lumineux de la panse au crochet & du crochet à la panse, suivant qu'elle a été chargée à l'extérieur ou à l'intérieur (*Dict. de M. Brisson*, *t. 1*, *p. 537*). La contradiction que présentoient ces deux observations, avoit en quelque sorte partagé les Physiciens sur la question de savoir si le fluide électrique étoit transmissible dans un vuide parfait; elle a été de nouveau examinée par M. Morgan (*Transf. philosf. 1785*, *p. 272*); je donnerai ici une notice des curieux résulats de ses expériences, comme tenant essentiellement à la connoissance des propriétés de l'air.

M. Morgan a pris un tube de verre fermé d'un bout, d'environ 15 pouces de longueur, il l'a retourné plein de mercure dans une capsule dont le fond étoit également couvert de mercure. Cette capsule a été placée dans un vaisseau de métal recevant un couvercle à travers lequel passoit le tube, & qui communiquoit à une machine pneumatique. Le mercure étant descendu dans le tube par la succion de l'air du vaisseau, il a approché le bout scellé (qui étoit garni de feuilles d'étain de la longueur de cinq pouces) du conducteur d'une machine électrique, & il ne lui a pas été possible ni de produire le moindre rayon lumineux ni de charger l'appareil; ce qui prouve que le vuide parfait n'est pas conducteur d'électricité. Mais pour le succès de cette expérience, il faut que le mercure ait été tenu en ébullition: sans cela, le tube devient lumineux; s'il n'y reste que très-peu d'air, cette lumière est d'un beau verd; s'il en rentre par quelque accident une quantité un peu plus considérable, cette lumière est violette ou pourpre, comme dans le vuide ordinaire des récipiens de la machine pneumatique; avec encore plus d'air, la lumière passe au bleu & à l'indigo; ces nuances paroissent correspondre au degré de raréfaction de l'air, & la dernière est le signe du *maximum* de cette puissance conductrice, puisque si le milieu acquiert encore plus de densité, il cesse absolument d'être conducteur.

Ces phénomènes, dit M. Morgan, semblent prouver non-seulement que l'air raréfié est plus conducteur que l'air condensé, mais encore qu'il y a une limite au-delà de laquelle la raréfaction de l'air diminue son pouvoir conducteur au lieu de l'augmenter.

De ce que l'air athmosphérique sec, dans son état de condensation ordinaire, n'est pas bon conducteur d'électricité, il faut se garder de conclure que, même dans un temps sans nuages, il soit absolument dépourvu de ce fluide subtil; on peut facilement le reconnoître au moyen de l'électromètre très-sensible de M. de Saussure. Les observations de ce Savant sur le Mont-Blanc & sur le Col-du-Géant lui ont prouvé que l'électricité du temps serein étoit

positive sur les montagnes comme dans la plaine, & qu'elle perdoit de sa force à mesure que l'air se raréfioit en s'éloignant de la terre (*Journ. phys. T. 34, p. 165*).

II. Cette exposition générale des propriétés physiques de l'air nous annonce déjà le rôle important qu'il doit jouer dans la nature; mais pour en prendre une idée plus exacte, il convient encore de parcourir & de déterminer les principales opérations dans lesquelles l'influence de cet agent est sensible.

Les *vents* ne sont autre chose que de grandes masses d'air qui se meuvent dans une direction ou avec une vitesse différente de celle qui est imprimée à la totalité de l'athmosphère. Les vents violens sont des fléaux destructeurs, les vents modérés dissipent les exhalaisons malfaisantes, reproduisent dans tous les points de l'espace l'action d'un nouveau dissolvant & opèrent dans ce fluide une sorte de circulation qui en conserve l'homogénéité. Les causes générales des vents sont les corps célestes vers lesquels gravitent toutes les parties de la terre, & les alternatives d'augmentation ou de diminution de chaleur. Les causes locales ou perturbatrices sont l'abaissement des nuages sur les couches inférieures, l'accumulation du fluide électrique, les éruptions aériformes, les vapeurs aqueuses, les dispositions inégales des continens à se mettre à la même température, l'effet immédiat du déplacement des marées, la réflexion des montagnes & l'étranglement des vallées. J'ai indiqué dans la description de l'aérostat de l'Académie de Dijon (*pag. 115 & 214*) les raisons qui m'ont fait juger comme très-probable que l'effet de la plupart de ces dernières causes n'étoit guère sensible que dans la région la plus voisine de la surface de la terre. Je n'en dirai pas davantage à ce sujet, sur lequel on doit principalement consulter le Dictionnaire de Physique, ainsi que sur la manière d'observer ce météore & les moyens industrieux par lesquels l'homme a su faire servir à ses desseins la force méchanique de ces courans d'air.

A raison de sa *pesanteur*, l'air comprime tous les corps; il s'oppose à la dilatation des fluides, il ralentit la vaporisation de la plupart des liquides; jusques dans les corps organisés, il maintient par sa pression un équilibre salutaire; le célèbre de Saussure a observé que de la position de Chamouni à la cime du Mont-Blanc, la vitesse du pouls des mêmes individus, prise après un repos de quatre heures, se trouvoit accélérée dans un rapport qui peut être exprimé moyennement :: 60: 103 pulsations par minute. Cette gravitation de l'air, dit M. de Fourcroy, conserve le diamètre des vaisseaux sanguins & lymphatiques; on a vu, lorsqu'elle étoit diminuée à un certain point, le sang s'échapper par les ouvertures de la peau & des poumons; l'effet des ventouses n'est dû qu'à la diminution de pression sur la partie à laquelle on applique un vaisseau dont on a raréfié l'air.

C'est encore parce que l'air est un corps grave qu'on l'emploie comme puissance motrice dans les pompes & dans plusieurs machines hydrauliques; c'est par la même raison que les corps spécifiquement moins pesans s'élèvent spontanément dans ce milieu; l'art si nouveau de l'aérostation n'est qu'une application de ce principe très-anciennement connu. Que l'air lui-même soit raréfié par le feu, dans un espace circonscrit, au moyen d'une enveloppe dont le poids ne compense qu'une partie de la diminution de densité du volume total; ou, ce qui est encore plus simple & plus sûr, que cette même enveloppe enferme un gas plus léger que l'air, on voit bientôt ces énormes ballons quitter la terre, s'en éloigner avec un mouvement accéléré, ne s'arrêter qu'à la hauteur à laquelle leur masse réunie à celle des poids qui les chargent se trouve en équilibre avec le fluide plus rare d'une région supérieure. J'oserai redire à cette occasion ce que j'ai annoncé en rendant compte de mes deux voyages aérostatiques, la postérité recueillera infailliblement quelque fruit de cette belle invention de notre âge; elle saura qu'un sentiment profond d'admiration saisit tous les esprits à la vue de la première Mongolfière s'élevant dans les airs; elle s'étonnera d'autant plus qu'après avoir joui d'un spectacle aussi imposant, nous ayons laissé tant de temps s'écouler sans nous rendre maîtres de ce nouveau moyen d'agrandir les forces de l'homme : mais il faut pour cela que la puissance du génie se trouve une fois secondée par la puissance de la richesse; jusqu'au succès que promet cette réunion, il est dans l'ordre des choses que la question sur l'utilité de cette découverte soit livrée aux jugemens ou timides, ou chagrins, ou frivoles de ceux qui mesurent témérairement les progrès possibles d'un art naissant, par les erreurs inévitables de ses premiers essais.

Il n'y a point de *combustion* sans air; j'en ai donné les preuves en traitant de son analyse, dont les divers combustibles sont les principaux instrumens; on a vu dans la suite d'expériences que j'ai rapportées, que les combustibles forment trois classes très-distinctes, 1°. ceux qui brûlent à la température ordinaire, 2°. ceux qui allumés par une première étincelle, continuent de brûler tant que l'air ne leur manque pas, 3°. ceux qui exigent une température très-élevée & soutenue à la même intensité ou renouvellée; on a dû remarquer encore que chaque combustible laissoit un composé d'un genre qui lui étoit exclusivement propre : à ces différences près, qui sont la suite naturelle & nécessaire des différentes propriétés des corps qui se combinent, les résultats de toute combustion sont les mêmes par rapport à l'air qui perd celui de ses principes fixes que nous nommons oxigène, qui laisse aller en même temps une portion plus ou moins considérable du calorique dont il avoit reçu la forme élastique; & de là la chaleur, la flamme, la lumière, les expansions subites ou les explosions. Le phosphorisme de la lampyre & des autres insectes, & l'émission lumineuse des matières putrescentes, ne sont que des combustions foibles & lentes : Boyle a le premier observé que la lampyre, le bois pourri, les poissons pourris

mis sous le récipient de la machine pneumatique, devenoient moins lumineux à mesure qu'on en tiroit l'air, que leur lumière reparoissoit quand on restituoit l'air. *Nova experim. circa relationem inter aerem & flammam vitalem*, *&c.*

C'est bien plus l'air que le feu qui calcine les métaux; le poids qu'ils acquièrent dans l'*oxidation* démontre qu'un des principes de l'air s'y est fixé; la chaleur n'a servi qu'à favoriser cette combinaison.

L'air est nécessaire à l'entretien de la vie de tous les animaux, même des poissons & des insectes. La *respiration* n'est encore qu'une combustion; elle diminue de même l'air, ou plutôt elle le décompose; elle produit une chaleur proportionnelle à la quantité d'air consommé; elle laisse une portion de l'air semblable en tout à celui dans lequel les corps ont brûlé; elle fournit des composés nouveaux de même nature que ceux que l'on obtient de la combustion du carbone & de l'hydrogène (1).

On a voulu de nos jours renouveller le systême que l'air étoit absorbé en substance par l'animal dans l'acte de la respiration, sur le fondement que du gas nitreux injecté dans la veine jugulaire d'un chien, avoit altéré ses poumons d'une manière qui annonçoit qu'il s'étoit régénéré de l'acide nitrique par l'union de ce gas avec l'air contenu dans le sang des poumons (2). Mais, sans relever ici toutes les circonstances qui devoient rendre cette expérience très-équivoque, il est évident qu'elle se trouve en contradiction avec celles qui prouvent que l'air le plus pur est expiré en partie en état de gas acide carbonique, & que le volume de ce gas remplace à très-peu près l'air véritablement consommé. Si les premiers Observateurs ont pu y être trompés (3), cette méprise n'est plus pardonnable depuis que l'on connoit les moyens de séparer & de mesurer ce gas.

On trouvera à l'article GAS OXIGÈNE *pharm.* la description d'un respiratoire à soupapes, dont Hales paroît avoir eu la première idée (*Exper. 116*), mais perfectionné pour administrer l'air vital d'une manière commode & sans danger de faire respirer une seconde fois le même air avant que le gas en ait été séparé; cet appareil est employé dans les cours de l'Académie de Dijon à démontrer les phénomènes de la respiration.

Les animaux périssent subitement dans l'air qui ne contient point de gas oxigène; ils y respirent avec peine, lorsqu'il n'en tient plus qu'un huitième; & à la longue, l'air qui est au dessous de 0,28 n'est pas même exempt de danger, quoiqu'il ne se manifeste pas d'une manière aussi sensible. C'est ce qui a donné lieu à l'eudiométrie, qui est proprement l'art de mesurer la salubrité de l'air. Les substances que l'on a employées jusqu'à présent dans cette vue ne sont pas à l'abri de toute objection; les unes donnent des résultats peu fideles, les autres exigent un temps considérable ou des appareils très-compliqués; on pourroit peut-être leur substituer avec avantage le sulfure de potasse extemporané, dont j'ai donné le procédé (*ci-devant Expér. XXIII*); en un mot les instrumens appropriés à cet objet n'ont pas encore acquis toute la perfection que l'on peut desirer & dont ils sont susceptibles (*Voyez* EUDIOMÈTRE); cependant, tels qu'ils sont, leur utilité est déjà si évidente, qu'on est étonné que l'usage n'en soit pas plus répandu. Il est bien certain que l'air peut être très-nuisible aux animaux, sans que ce soit précisément par défaut d'une juste proportion d'air vital, & par conséquent sans que les eudiomètres ordinaires puissent en indiquer la cause; par exemple, quand il est chargé de miasmes deletères, de gas ammoniacal fétide ou de gas hydrogène carbonneux, moins désagréable à l'organe de l'odorat & qui n'en est pas moins dangereux; mais ce n'est pas un motif de négliger les moyens d'y découvrir un autre vice encore plus essentiel, d'autant mieux qu'il accompagne presque toujours les autres. Je ne doute pas que la Chymie ne parvienne, à l'aide de quelques réactifs, à reconnoitre dans l'air la moindre portion de matière étrangère capable d'affecter les animaux qui le respirent. L'air qui blanchit l'eau de chaux en la traversant, indique certainement la présence d'une quantité extraordinaire de gas acide carbonique; cette liqueur placée dans les lieux d'assemblée diminueroit considérablement le danger de l'accumulation de ce fluide méphitique. C'est sur-tout dans les lieux souterreins, dans les parties basses des navires, dans les grands Hôpitaux, qu'on sent le plus le besoin de renouveller l'air: on fait usage pour cela de ventilateurs, de fourneaux, &c. Il suffit le plus souvent d'établir des courans d'air de bas en haut par des tuyaux ou des ouvertures disposées de manière qu'il en résulte deux colonnes inégales. J'ai indiqué ci-devant (*p. 132*) la manière de purifier absolument & en peu de temps une masse d'air infectée par les émanations putrides.

Dans les grandes opérations de la nature, qui s'exécutent avec le concours de l'air, la *végétation* tient certainement un des premiers rangs. Il est bien reconnu que les plantes périssent promptement dans les vaisseaux où on a fait le vuide; mais ce fait isolé donne bien peu de lumières, parce que le seul défaut de pression peut altérer leur organisation, parce qu'il se peut qu'elles souffrent moins de l'absence de l'air que de la privation d'autres substances qu'il leur apporte. L'air est-il un aliment nécessaire aux plantes?

(1) Voyez ci-devant pages 714 & 727, & l'article *acide carbonique*, §. 5, pag. 95. Le célèbre Hales étoit bien près de saisir la vraie théorie de la respiration, lorsqu'il observoit qu'il pouvoit respirer près du double de temps le même air sur la potasse calcinée, & qu'elle prenoit une augmentation de poids de 30 grains en cinq minutes. *Stat. des végétaux*, *expér. 116.*

(2) *Tentamen medicum de reciprocâ systematis sanguinei & nervosi actione*, &c. par M. Luzuriaga, Edimb. 1786.

(3) J. Mayow, dans les Observations qu'il publia en 1668 sur la respiration, dit avoir reconnu que la respiration détruisoit la 14e. partie de l'air dans lequel elle étoit renfermée. Hales ne trouva une fois qu'un 27e. [illegible] *Stat. des végétaux*, *expér. 107.*

quelle est l'impression de la vie végétative sur l'air de l'athmosphère? Voilà les questions vraiment importantes qui se présentent dans l'état actuel de nos connoissances. Les premiers travaux entrepris pour les résoudre n'ont pas donné des résultats assez uniformes pour asseoir solidement quelque conséquence. On n'en est pas étonné, lorsqu'on considère combien ce genre d'expériences est difficile, combien l'Observateur a d'obstacles à vaincre pour établir l'égalité de condition & rendre les effets comparables; lorsqu'on pense qu'il doit distinguer à la fois l'impression de la lumière, de la chaleur & de l'humidité; qu'il peut se laisser surprendre & par la constitution actuelle de l'individu & par l'habitude particulière de l'espece qu'il a choisie, & par un commencement de putréfaction, & par la terre même qu'il faut porter quelquefois avec le végétal pour l'entretenir vivant, & qui le plus souvent agiroit seule sur l'oxigène de l'air. Aussi trouve-t-on à ce sujet des assertions fort opposées dans les écrits des plus célèbres Physiciens. Suivant Scheele, les plantes ne profitent guère dans l'air vital; M. Priestley a cru que l'air vicié par la respiration ou la putréfaction étoit favorable à leur accroissement, qu'elles pouvoient vivre même dans le gas hydrogène, qu'elles augmentoient la quantité de l'air en le purifiant à l'aide de la lumière. M. Sennebier a observé au contraire que les plantes périssoient dans le gas azote; il pense que le gas acide carbonique est un de leurs premiers élémens, qu'il circule dans les vaisseaux de la plantule & favorise son développement par une sorte d'irritabilité, qu'il pénètre dans les feuilles à la faveur de l'eau, & qu'il s'y décompose à la lumière. Enfin M. Ingenhousz reconnoit également que les plantes exposées au soleil changent, par leur élaboration, le gas acide carbonique en air vital, que cet effet a lieu dans une eau légérement imprégnée de ce gas; mais il conclut de ses expériences que l'eau qui en est saturée altère leur constitution; que ce gas pur leur est pernicieux, ainsi que le gas azote, le gas hydrogène & leur mélange sans air athmosphérique; que ce dernier est le *pabulum vitæ* des végétaux comme des animaux; que les plantes saines, à l'ombre ou privées de la lumière, méphitisent toujours l'air enfermé avec elles; que les feuilles ont seules la faculté d'améliorer l'air au soleil, tandis que les fleurs & les fruits le vicient en tout temps; que les plantes enfermées avec de l'air vital dans l'obscurité en convertissent une partie en gas acide carbonique; que les plantes transpirent nuit & jour un fluide aériforme & absorbent de l'air ambiant la quantité qui répare ces pertes; que l'air qu'elles fournissent au soleil est de l'air vital, & celui de la nuit en partie gas acide carbonique, en partie gas azote, & que leur évaporation aérienne paroît plus grande le jour, leur absorption plus grande pendant la nuit. *Voyez* ACIDE CARBONIQUE, §. 5.

Cette diversité de témoignages & d'opinions annonce la nécessité de nouvelles recherches; il s'en faut bien cependant que les travaux de ces Savans aient été tout-à-fait infructueux. En rapprochant les faits sur lesquels ils s'accordent, en prenant les résultats moyens de leurs expériences, comparant les procédés de celles qui paroissent se contredire, en les confrontant sur-tout avec les faits d'analyse qui doivent leur correspondre, on trouve la théorie de la végétation, sinon complétement éclaircie, du moins bien autrement avancée qu'elle ne l'étoit il y a quelques années.

J'ai déjà remarqué que dans la décomposition des végétaux à la distillation, on obtenoit du gas acide carbonique qui n'y existoit pas tout formé, de l'ammoniaque qu'il étoit auparavant impossible d'y découvrir; le *carbone* & l'*azote* sont donc partie de leurs élémens, & ils reçoivent de l'eau, dans l'opération, le principe qui les constitue dans ce nouvel état de combinaison. L'huile & le muqueux sont très-abondans dans le règne végétal, l'*hydrogène* est donc encore un de ces élémens, puisqu'on sait qu'il est partie constituante essentielle de ces substances. La plupart des végétaux ont un acide actuel ou manifeste, indépendamment de celui qu'ils produisent quand on les traite à la cornue, ils recélent donc aussi l'*oxigène*, principe acidifiant. D'où ces plantes ont-elles reçu la matière de leur accroissement? Ce n'est pas de la terre; les expériences de Vanhelmont, de Boyle, de M. Eller nous ont appris qu'il n'y avoit aucune proportion de l'augmentation de poids d'un végétal avec celui que perdoit la terre (1); il n'y a par conséquent que l'air & l'eau qui puissent lui fournir ces substances qu'il s'assimile; cette vérité d'observation est parfaitement d'accord avec les résultats de nos analyses. Les plantes reçoivent le carbone du gas acide carbonique dont nous avons vu que l'air n'étoit jamais dépourvu; elles prennent l'hydrogène à l'eau qu'elles ont la faculté de décomposer comme le gas acide, du moins pendant le jour & à la lumière; il est tout simple que l'air s'améliore ou devienne plus riche en air vital au moyen de ces décompositions, & qu'il se trouve en cet état dans les vessies des fucus & autres parties végétales; on n'est point embarrassé d'indiquer la source des portions d'azote & d'oxigène qui peuvent être nécessaires à la surcomposition des principes de ces êtres organisés, puisqu'ils en sont perpétuellement environnés. Après cela, je ne serois nullement

(1) Voyez ci-devant page 666, note 8, l'expérience de Vanhelmont: Boyle, *Chemista Scepticus*. M. Eller rapporte dans les Mémoires de l'Académie de Berlin, année 1746, qu'ayant mis une graine de citrouille (*cucurbita pepo*) dans 25 livres 10 onces de terre, il eut à la fin de l'automne deux citrouilles pesant, avec la plante, 23 livres 4 $\frac{1}{2}$ onces, qui avoient laissé en brûlant 5 onces 2 gros 22 grains de cendre, & que la terre, desséchée comme la première fois, n'avoit perdu que demi-once. On sait présentement que la cendre elle-même ne doit pas être regardée comme une pure terre, & qu'elle tient encore des élémens susceptibles de reparoitre en état de gas.

éloigné d'admettre ces *inhalations* & *exhalations* alternatives d'air & de fluides aériformes, dont le célèbre Ingenhousz a recueilli tant de preuves, parce que la possibilité de ce retour périodique d'effets contraires me paroit tenir bien plus à la vie végétale, qui nous est peu connue, qu'à la marche ordinaire des affinités chymiques.

On dit en général que l'air est nécessaire à la *fermentation*, ces expressions doivent être modifiées suivant les diverses espèces, ou si l'on veut, suivant les différens degrés de fermentation.

La fermentation vineuse produit une grande quantité de gas, & n'absorbe point d'air; ce n'est donc pas de l'air proprement qu'elle exige, mais un espace libre, qu'elle ne trouve que par la communication avec l'air de l'athmosphère. La privation de l'air peut encore être regardée comme un moyen d'arrêter cette fermentation, lorsque les matières fermentescibles ne peuvent recevoir que de ce fluide la quantité d'eau ou d'humidité qui doit fournir des ingrédiens à la nouvelle combinaison. *Voyez* ALCOHOL.

La fermentation acide ne s'opère au contraire qu'autant que l'air y concourt matériellement, puisqu'il y a absorption. *Voyez* ACIDE ACÉTEUX *&* FERMENTATION.

La fermentation putride ou alkalescente produit du gas hydrogène, du gas ammoniacal fétide, du gas acide carbonique; d'autre part, elle diminue l'air ou altère sa qualité, sans doute parce qu'il concourt avec l'eau à l'oxigénation du carbone; cette opération réunit ainsi les effets des deux précédentes, & nécessite les mêmes conditions. *Voyez* GAS AMMONIACAL *&* FERMENTATION.

On a remarqué que plusieurs *dissolutions* s'arrêtoient en vaisseaux exactement fermés; ce n'est pas qu'elles exigent de l'air, mais au contraire parce qu'elles dégagent un fluide aériforme, qui se trouve à la fin dans un degré de condensation capable de faire équilibre à la force d'affinité qui tend à mettre de nouvelles particules en expansion. Il y a néanmoins quelques dissolutions que le concours de l'air favorise, comme celle du cuivre par l'acide acéteux, parce que l'oxidation du métal, qui doit précéder cette combinaison, ne s'opère ici que par l'oxigène de l'air. Nous verrons ailleurs que la pression qui suspend en certains cas la combinaison, la décide dans d'autres instantanément en portant les élémens au contact. Il y a long-temps qu'on a remarqué que l'eau prenoit plus de gas acide carbonique par la compression; que l'eau laissoit aller ce gas, lorsqu'elle étoit déchargée du poids de l'athmosphère : dans ces circonstances, l'affinité n'est donc rendue efficace que par l'équilibre qui s'établit entre l'expansibilité du gas & la pression qu'il éprouve actuellement. *Voyez* DISSOLUTION.

Boyle & Hales ont pensé que l'air servoit aussi à la *crystallisation* des sels, & leur opinion a été adoptée par Macquer; mais si l'on retranche des expériences sur lesquelles ils l'ont fondée, toutes celles où nous savons aujourd'hui qu'il se forme en effet des gas par la décomposition de quelques principes salins, il n'en est aucune qui puisse rendre seulement le fait probable. J'ai mis 3 pouces cubes d'eau sous le récipient de la machine pneumatique, & j'ai fait le vuide; lorsqu'elle a cessé absolument de donner des bulles, j'ai retiré le vase qui la contenoit, j'y ai projeté sur-le-champ demi-once de sel commun, & je l'ai replacé sous le récipient : il y a eu dans les premiers instans un bouillonnement occasionné par l'air adhérent aux parois des crystaux ou même disséminé dans les interstices des lames, & qui s'échappoit en grosses bulles; mais après cela, je n'ai rien apperçu qui indiquât qu'une portion d'air devenoit libre à mesure que les crystaux étoient dissous. Ce n'est donc encore que la communication avec l'air ambiant qui est nécessaire pour favoriser l'évaporation du fluide surabondant. Cela est d'ailleurs suffisamment indiqué par les crystaux qui se forment au fond des liqueurs en ébullition, ou même en vaisseaux bouchés, quand les dissolutions y ont été enfermées chaudes, & qui ne diffèrent en rien de ceux formés en plein air. *Voyez* CRYSTALLISATION.

C'est un fait très-prouvé, dit le célèbre Macquer, que le concours de l'air accélère beaucoup les *évaporations* & les *distillations* quelconques, & qu'en dirigeant, par exemple, le vent d'un soufflet à la surface de quelques corps volatils qu'on tient sur le feu, tels que l'eau, l'antimoine, le mercure, &c. les vapeurs augmentent sensiblement. Cela paroît fort opposé à ce que j'ai annoncé précédemment que la pesanteur de l'air faisoit obstacle à la vaporisation des fluides; si ce principe général avoit besoin de preuves nouvelles, on les trouveroit dans les essais faits sur la distillation dans le vuide, par le moyen de laquelle l'eau s'élève à une chaleur très-inférieure, quoique M. Watt ait observé que l'eau froide mise dans le récipient recevoit à la fin le même degré de chaleur que lui auroit communiquée la même quantité d'eau portée à l'ébullition. Mais tous ces phénomènes se concilient, en assignant à chacun sa véritable cause : la fumée de l'antimoine est un oxide; dès-lors elle ne peut se former qu'autant que le métal se trouve en contact avec l'oxigène de l'air; le vent, qui n'est jamais qu'une action méchanique, peut néanmoins influer de deux manières sur les résultats : ou il disperse, par son mouvement, les molécules qui commençoient à s'élever, ou il remplace par un air nouveau un air déjà chargé de vapeurs, & dont l'action devenoit plus languissante à mesure qu'il approchoit de la saturation; le vent favorise ainsi la dissolution des vapeurs par l'air, comme l'agitation favorise la dissolution d'un sel dans l'eau : la cause première est également l'affinité. Nous verrons dans un instant que cette distinction s'applique à bien d'autres cas.

Lorsque Hales eût fait voir que l'on pouvoit retirer d'un grand nombre de substances un fluide élastique aériforme, l'opinion ne tarda pas à s'établir que l'air étoit le principe de *cohésion* ou le ciment de

tous les corps; M. Berthollet paroît être le premier qui, dans ses observations sur l'air publiées en 1776, ait combattu cette erreur long-temps accréditée : il est présentement reconnu que c'est bien moins l'air que quelques-uns de ses élémens, ou des gas d'une nature différente de l'air, qui entrent le plus communément dans la composition des corps, & que les uns & les autres ne contribuent à leur solidité que comme l'acide, qui dissout une terre, contribue à la solidité du crystal salin ; c'est-à-dire, en produisant un composé dont les parties exercent réciproquement les unes sur les autres une affinité d'aggrégation.

III. Après avoir parcouru les diverses propriétés de l'air & ses effets dans les opérations de la nature, il ne me reste plus, pour compléter cet article, qu'à indiquer ses *affinités*.

Bergman est le premier qui ait admis l'air pur dans la table des rapports d'affinité; il entendoit par là l'air vital, & lui a donné depuis cette dénomination; il n'a mis dans sa colonne que le signe du phlogistique, qu'il défendoit pour-lors à la manière de M. Kirwan, mais en avouant, avec sa candeur ordinaire, les difficultés qu'il voyoit déjà à expliquer la formation du gas acide carbonique & du gas azote par la seule phlogistication de l'air.

L'Auteur de l'édition françoise de cette dissertation de Bergman a substitué dans la table corrigée, qui fait partie de ses notes, les bases acidifiables & les métaux dans l'ordre établi par M. Lavoisier. Je le ferai connoître en traitant des affinités particulières soit du GAS OXIGÈNE, soit de l'OXIGÈNE séparé d'avance de la portion de calorique qui le met en état de gas, & qu'il importe de ne pas confondre (*Voyez ces articles*); il ne peut être ici question que des affinités propres à l'air athmosphérique, comme tel, & sans désunion des principes qui le composent.

L'air recèle une infinité de substances diverses; mais elles peuvent y exister de trois manières. 1°. Elles peuvent y être portées par le mouvement & s'y soutenir quelque temps sans être équipondérables à ce fluide ; ainsi le vent transporte, souvent même très-loin, des sables, des graines, des œufs d'insectes, des débris de matière végétale & animale de toute espèce; de ces corps, les uns sont rendus à leur gravitation naturelle par la cessation du mouvement, les autres s'y décomposent par l'action d'un des principes de l'air sur quelques-uns de leurs élémens : il n'y a pas proprement affinité de l'air, puisqu'il ne s'unit pas tout entier.

2°. Quelques substances s'élèvent dans l'air à raison de leur moindre pesanteur spécifique ; de ce genre sont la fumée, les bulles de savon, les vapeurs qu'on a nommées vésiculaires, &c. Il faut bien qu'elles retombent aussi après un certain temps, autrement elles ne cesseroient de monter jusqu'à ce qu'elles eussent trouvé un milieu avec lequel elles feroient en équilibre ; & en s'y accumulant, elles formeroient dans l'athmosphère une masse toujours croissante de matières distinctes de ce fluide, puisque nous les supposons sans affinité avec lui. Mais ces corps ne doivent leur légèreté qu'à l'état d'expansion dans lequel les met actuellement le calorique; ou, s'il s'y joint quelque autre cause, ce ne peut être qu'une foible adhésion à quelque gas semblable à celle qui fait monter un peu de métal fixe dans la distillation des amalgames : il est donc aisé de concevoir comment les parties graves de ces corps sont enfin ramenées à la surface de la terre.

3°. Enfin il y a des substances qui s'unissent véritablement au fluide athmosphérique, qui le surcomposent sans séparer aucun de ses principes; ce sont celles que je voudrois indiquer ici, qu'il faudroit pouvoir ranger dans un ordre correspondant à leur puissance attractive pour compléter le système des affinités de l'air; mais les observations manquent absolument pour établir cette série, je ne sache pas que personne ait encore remarqué dans les dissolutions par l'air ce phénomène auquel nous avons donné le nom de précipitation chymique, & qui nous guide si heureusement dans tant d'autres circonstances pour déterminer les attractions électives. On conçoit à la vérité que les essais dans ce genre présentent de grandes difficultés, pour isoler les matières que l'on veut mettre en contact, pour saisir les nuances des changemens. En attendant qu'on ait surmonté ces obstacles, nous ne pouvons que recueillir quelques faits épars, dans la vue de diriger ces recherches & d'en faire sentir l'importance.

On ne peut guère douter qu'il n'y ait affinité de l'air avec la *lumière* & le *calorique*. Non-seulement l'air est un milieu refringent pour la lumière, ce qui indique déjà une force attractive ; mais M. Berthollet a fait voir que la lumière restituoit facilement la forme gaseuse à l'oxigène peu engagé (*voyez* OXIGÈNE); ceci suppose combinaison, & peut-être n'y a-t-il aucun gas qui n'en recèle une portion dans sa composition actuelle.

Pour ce qui est du calorique, la chose est plus manifeste, si l'on admet que ce fluide subtil soit soumis aux loix de l'affinité ; car l'air froid reçoit de la chaleur des corps chauds qui l'environnent, & il en cède aux corps froids. Si la chaleur sensible paroît toujours tendre à l'équilibre, il y a une capacité de chaleur ou chaleur comparative & spécifique qui varie dans presque tous les corps, même dans les gas; ce qui indique une véritable préférence, puisque de deux substances exposées à la même température, l'une se trouve en état de communiquer plus de chaleur que l'autre (*Voyez* CALORIQUE). L'air cède d'autant plus facilement de sa chaleur, qu'il en a plus ; il la reprend d'autant plus avidement, qu'il en est plus dépouillé; il retient la dernière portion avec une force probablement supérieure à celle de tout autre agent direct; il n'y a rien dans tout cela qui ne s'accorde avec les idées que nous avons prises en général des affinités.

Les dernières expériences de M. Crawford lui ont donné le rapport de la chaleur spécifique de l'air athmosphérique

athmosphérique à celle du gas oxigène :: 1,79 : 4,749; à celle du gas azote :: 1,79 : 0,7936; à celle de l'eau :: 1,79 : 1.

Suivant M. Priestley, diverses espèces de fluides aériformes peuvent être répandues les unes dans les autres & ne point se séparer spontanément, lorsqu'elles ont été une fois mêlées, quoiqu'il n'y ait entre elles aucune affinité (*Continuation, &c. part. III, sect. 32*); cette opinion, qui est assez généralement reçue, ne me paroît pas conforme aux principes des dissolutions: il est avoué que la plupart de ces gas ont une pesanteur spécifique différente, dès-lors ils ne peuvent être rendus équipondérables les uns aux autres que par l'attraction mutuelle de leurs molécules; sans cela, ils tendroient continuellement à occuper la place que leur assigne cette pesanteur, & se sépareroient à la fin, du moins dans le repos. Or j'ai rapporté précédemment plusieurs observations qui prouvent que cela n'arrive pas (*sect. II*, §. 2, *n. III.*); on a vu que le gas acide carbonique, l'un des plus pesans, formoit, avec le gas hydrogène qui est le plus léger, une masse de fluide dont toutes les parties manifestoient les propriétés des deux gas. Ainsi nous avons considéré d'abord l'air athmosphérique non comme un simple mélange, mais comme un composé des deux gas oxigène & azote; c'est une conséquence nécessaire de ce que M. Priestley avoue lui-même ailleurs, que ces deux gas ne sont jamais séparés que par l'attraction chymique des substances qui s'unissent à l'un d'eux (*Continuation, &c. part. IV, sect. 27*). Après cela, nous n'avons pu voir dans toutes les altérations de l'air par l'accession d'une nouvelle portion des mêmes gas ou d'un gas d'une autre nature, qu'une surcomposition par affinité. Enfin nous avons remarqué que l'air retenoit si fortement une dernière portion de gas acide carbonique, que ni l'eau, ni même l'eau de chaux ne pouvoient le lui enlever (*ci-devant pag. 734 & 746*).

M. Crawford dit avoir observé que lorsqu'on tenoit exposés à la chaleur, du gas azote & de l'air vital, dans des vaisseaux pareils & bien fermés, le premier se trouvoit toujours plus mêlé d'air commun, quoiqu'on eût l'attention de les changer de vaisseaux pour comparer la fidélité des robinets; que la même chose avoit lieu quand on tenoit l'un & l'autre gas dans des vessies : d'où il croit pouvoir conclure que le gas azote a une plus grande tendance à s'unir à l'air que le gas oxigène (*On animal heat, &c. sect. II. expér. 10*).

Que l'on mette quelques gouttes d'*acide muriatique* concentré dans une capsule sous une grande cloche de verre remplie d'air commun, dont les bords soient plongés dans l'eau, l'air de la cloche sera bientôt surcomposé de gas acide; on en jugera à la couleur rouge que prendront des lames de papier bleu à différente hauteur. Il y a également surcomposition de l'air, lorsqu'on met dans les mêmes circonstances de l'eau saturée de *gas acide carbonique*. On observe dans l'un & l'autre cas que l'effet s'arrête à un certain point, c'est-à-dire; que l'air ne prend qu'une partie de ces gas à l'eau, & de là on pourroit être tenté de conclure qu'ils ne s'unissent pas à l'air en toute proportion; mais ce seroit une erreur: la vraie cause du phénomène est que l'affinité de l'air décroissant dans le rapport des progrès de sa surcomposition, se trouve à la fin en équilibre avec les forces d'affinité & de compression qui tendent à maintenir l'union de ces gas avec l'eau.

Dans le même appareil, la surcomposition de l'air s'opère encore plus rapidement avec le *gas ammoniacal*, quand il est en contact avec l'ammoniaque en liqueur. Le papier teint par les pétales des mauves verdit sur-le-champ, même dans l'eau de la cuvette où la cloche est plongée; & s'il n'y a que la quantité d'eau nécessaire pour intercepter la communication de l'air extérieur, on remarque que, toutes choses d'ailleurs égales, l'évaporation en est singulièrement accélérée.

Si l'on place en même temps sous la cloche de l'acide muriatique & de l'ammoniaque en liqueur, dans deux petits vases aussi éloignés l'un de l'autre qu'il est possible, elle se remplit bientôt de vapeurs blanches; &, ce qui mérite attention, c'est toujours du vase qui tient l'acide que s'élèvent ces vapeurs qui affectent quelquefois la forme d'anneaux ou de couronnes; c'est aussi dans ce vase qu'elles retombent pour la plus grande partie, en s'éloignant même souvent de la ligne de leur chûte; c'est dans ce vase encore que se dépose le muriate ammoniacal en crystaux élancés un peu au dessus de la surface de la liqueur; l'eau dans laquelle plonge la cloche verdit constamment le papier bleu; enfin, si après que les vapeurs ont cessé, on enlève la cloche pour en replacer sur-le-champ une autre remplie de nouvel air, il reparoît encore quelques vapeurs. Ces phénomènes semblent annoncer que l'air a plus d'affinité avec le gas ammoniacal, qu'il s'en empare d'abord & que le gas acide ne forme des vapeurs blanches épaisses que parce qu'il rencontre en s'élevant le gas alkalin avec lequel il retombe en état de muriate ammoniacal. Il n'y a ici ni augmentation de pression ni desséchement de l'air qui puisse servir à expliquer pourquoi les vapeurs cessent après un certain temps, & recommencent dans un air renouvellé; il faut donc ou que le premier soit saturé de quelque matière, ou qu'il ait perdu quelque principe qui le disposoit à s'unir à ces gas ou du moins au gas ammoniacal; mais je ne vois pas plus de probabilité pour l'un que pour l'autre, puisque l'air de la première cloche sert à la combustion, & qu'il est diminué par le gas nitreux à peu près comme avant l'opération.

L'affinité de l'air avec l'*eau* est prouvée par des faits réciproques; car l'eau en masse attire l'air & lui donne sa forme, de même que l'air transforme l'eau en fluide élastique. Je n'ai rien à ajouter à ce que j'ai dit (*sect. II*, §. 3) des conditions de ces dissolutions, de leur point de saturation, de l'action des diverses substances hygrométriques sur l'air, &c. Les dernières portions d'air adhèrent si fortement à l'eau, que l'ébullition ne suffit pas pour le dégager com-

plétement, comme l'indiquent les bulles que l'on apperçoit encore en portant l'eau bouillie sous le récipient de la machine pneumatique, ou en l'exposant à un degré de froid capable de la faire passer à l'état de glace. Dans l'expérience de Schéele pour reconnoître la présence de l'air dans l'eau par le sulfate de fer, il n'y a pas simplement précipitation de l'air mais décomposition, puisque l'oxide métallique ne prend que le gas oxigène, & qu'il est certain que c'est l'air athmosphérique qui existe le plus habituellement dans l'eau (*Voyez ci-devant expér. XLIX*).

Ce n'est pas seulement l'eau qui attire l'air, plusieurs autres liquides jouissent également de la propriété d'en retenir une certaine quantité au degré de pression ordinaire de l'athmosphère. Mariotte & Nollet avoient déjà observé qu'il se dégageoit de l'air de la *bière*, lorsqu'elle étoit placée sous le récipient de la machine pneumatique; que le *lait* s'y élevoit en mousse jusqu'à passer sur les bords du vase. Neuman dit avoir observé la même chose de l'alcohol, de l'urine, du sang (*Von'der luft* §. 49.); j'ai tiré de l'air du *vin* par le même procédé; on a vu qu'il y en avoit dans l'eau de chaux (*ci-devant page 751*): mais ce qui m'a bien plus étonné, c'est que les dissolutions salines, même saturées, en tiennent; que plusieurs en donnent assez abondamment, telles que les *dissolutions de sulfate de soude*, *de sulfate de fer*, *de muriate de soude*, *de muriate ammoniacal*, &c. &c. c'est que l'*acide acéteux* ou vinaigre distillé en fournisse au point de bouillonner très-fortement; c'est qu'il s'en trouve, à la vérité beaucoup moins, jusques dans l'*acide sulfurique* concentré.

L'*huile fixe* n'est pas elle-même exempte d'une portion d'air: j'ai mis sous le récipient de la machine pneumatique deux livres d'huile de navette; ce récipient étoit surmonté d'un autre petit récipient que j'avois auparavant purgé d'air, & qui étoit séparé du récipient inférieur par un robinet; ayant fait le vuide dans celui-ci, je vis s'élever de l'huile une grande quantité de bulles, j'établis alors la communication avec le petit récipient, ce qui me donna la facilité de recueillir une portion du fluide élastique sorti de l'huile pour en faire l'essai; il avoit une odeur grasse, mais il entretint la lumière sans l'augmenter, & se comporta à l'eudiomètre soit avec le gas nitreux, soit avec le gas hydrogène, comme de l'air à 0,23 d'oxigène. Je ne doute pas qu'il n'eût été encore plus foible, si j'avois pu l'obtenir absolument exempt de mélange de l'air des récipiens.

Il existe aussi de l'air dans un grand nombre de *corps solides*, de ceux-mêmes dont les pores ne sont pas visibles à l'œil nud. Si l'on plonge sous l'eau du *bois* sec, à mesure qu'elle y pénètre, l'air qu'elle déplace se rassemble en bulles qui paroissent s'élever de la surface du bois. Ces bulles ne viennent pas de l'eau, puisque la même chose a lieu dans l'eau qui a cessé d'en fournir dans le vuide. On en apperçoit de semblables pendant la dissolution du *sucre* & de plusieurs sels. Mais le *charbon* est de toutes les substances solides celle qui paroît jusqu'à présent en contenir le plus; 1152 grains de charbon de hêtre bien sec, mis sous une cloche remplie d'eau, ont laissé aller 3,07 pouces cubiques de fluide élastique, qui s'est trouvé, à l'épreuve, du bon air commun; le charbon avoit acquis assez de pesanteur pour se tenir au fond de l'eau. En appliquant la chaleur au charbon, on en tire une bien plus grande quantité d'air, & cela n'est pas étonnant, puisque l'on sait que le charbon récent, ainsi que celui qui en a été privé, a la propriété d'absorber non-seulement l'air, mais presque tous les fluides aériformes dans lesquels il est plongé. Que l'on prenne un charbon ardent, qu'on l'éteigne dans le mercure, & qu'on renverse sur-le-champ dessus un petit récipient; le mercure remplira tous les pores grossiers du charbon, & cela n'empêchera pas qu'il n'absorbe encore une quantité d'air assez considérable; j'ai souvent répété, & toujours avec succès, cette expérience du célèbre Fontana. M. le Comte Morozzo, qui a observé ce phénomène avec beaucoup d'attention, & en employant différens charbons, a vu qu'un charbon de hêtre, par exemple, du poids de 36 grains (formant à peine un volume de demi-pouce cube) éteint de cette manière dans le mercure, puis introduit dans un cylindre rempli d'air, en avoit pris en 24 heures 1,56 pouce cube (*Acad. de Turin, 1786, p. 197*). M. Priestley a exposé à l'air dans un plat évasé 364 grains de charbon récemment fait; le lendemain il avoit acquis 26 grains, trois jours après 33, & au bout d'environ huit mois 57 (*Continuation, &c. part. IV, sect. 13*). Le charbon rend l'air ou les gas tels qu'il les a absorbés, à moins qu'il ne se forme de nouvelles combinaisons, comme quand le charbon a repris une certaine quantité d'eau qui pour-lors, à l'aide de la chaleur, acidifie le carbone & laisse aller son gas hydrogène; c'est ce que M. Priestley a très-bien vu, & qui lui a expliqué pourquoi le charbon diminuoit de poids, dans les opérations où il se proposoit seulement de dégager l'air qu'il avoit absorbé.

Dans ces absorptions de l'air tant par les liquides que par les solides, il y a une circonstance essentielle à laquelle il ne me paroît pas qu'on ait fait beaucoup d'attention jusqu'ici. Ou la quantité d'air que le corps absorbe, & que l'on peut en expulser sans toucher à la composition qui le constitue tel, est au dessous du volume de ce corps, lors même que cet air est mis en liberté; ou elle surpasse ce volume: dans le *premier cas*, il est évident que le volume d'air absorbé ou dégagé répond à la somme des pores ou parties vuides du corps dont il s'agit, & qu'il y est simplement logé comme dans tout autre espace non occupé; quoiqu'il puisse bien y avoir encore une attraction d'adhésion semblable à celle qui empêche les corps sortans d'un air sec, & même des aiguilles de métal, de se mettre tout de suite en contact avec l'eau. Dans le *second cas*, au contraire, comme il seroit absurde de supposer que la somme des pores d'un corps quelconque pût excéder son volume, il s'ensuit que l'air en y entrant a perdu de

son expansion, & par conséquent qu'il y a affinité, puisqu'il n'y a réellement que l'affinité qui puisse changer le volume d'un fluide, la température & la pression demeurant les mêmes. Ainsi, dans l'expérience de M. Priestley sur le charbon, nous voyons (en la traduisant en mesures de France) que 444,08 grains de charbon de chêne sec, dont le volume peut être évalué à 5,5 pouces cubes, ont acquis dans les premières 24 heures 31,72 grains qui, en supposant cette augmentation due toute entière à l'air, donneroient un volume de 56,5 pouces cubes. On doit sans doute en retrancher quelque chose pour l'eau que le charbon a reçu de l'athmosphère, & qu'il seroit facile de déterminer par la production de gas hydrogène lors du dégagement par la chaleur; mais l'air expulsé en nature excède encore de beaucoup le volume du charbon, il y a donc manifestement affinité entre ces deux substances. Les expériences de M. le Comte Morozzo annoncent que l'air n'est pas attiré aussi puissamment ou du moins en aussi grande quantité par le charbon, que le gas acide carbonique, le gas ammoniacal & même le gas azote *Voyez* CARBONE.

Je ne doute pas qu'il n'y ait bien d'autres substances jouissant de la même propriété de condenser l'air par leur affinité avec ce fluide; les crystaux salins, ceux sur-tout qui se forment à la surface de leur liqueur, méritent d'être examinés sous ce point de vue, ainsi que la plupart des matières végétales & animales.

L'air se charge des *huiles volatiles*, des *parties odorantes*, d'une infinité d'émanations plus ou moins composées de tous les corps. L'illustre Lambert croyoit que le tiers du poids d'un pied cube d'air pris à la surface de la terre, consistoit en particules étrangères (*Journ. phys. t. XVIII, p. 127*). On n'a pas encore déterminé, pour la plupart de ces matières, si l'air n'est que le milieu qui les reçoit, ou s'il les tient en dissolution, quoiqu'il soit bien certain qu'elles lui communiquent diverses propriétés. On sait, par exemple, que l'athmosphère de quelques plantes riches en huile volatile, telles que la fraxinelle, est très-inflammable; que si l'on fait évaporer dans une chambre de l'alcohol camphré, l'approche d'une lumière la met sur-le-champ tout en feu; que l'air qui a traversé l'éther est susceptible de produire à peu près les mêmes effets que le mélange d'air & de gas hydrogène, &c. Cependant il résulte des expériences de M. Whyte que les corps odorans, lorsqu'ils ont été séparés de toute matière putrescible, comme le *musc*, le *camphre*, l'*assa-fœtida*, l'*opium*, l'*ammoniaque* n'affectent pas sensiblement la qualité de l'air (*Trans. philos. 1778*). Les *miasmes contagieux* ne sont sans doute pas tous de même nature, mais il y en a qui sont manifestement portés par l'air: des moutons sains passent sous le vent d'une bergerie où il y a des moutons attaqués du claveau, ils prennent cette maladie (*Voyez le Dictionnaire de Vétérinaire*). D'autre part, les témoignages des Voyageurs, d'accord avec ce qui s'observe dans les lazarets, nous autorisent à penser que la peste ne se communique pas par l'air; est-ce donc que cette communication ne s'opère que par des molécules pesantes & grossières qui ne peuvent se soutenir assez dans l'air pour qu'il devienne, ou par lui-même ou par d'autres corps légers, l'instrument d'un attouchement immédiat au corps animal? Est-ce parce que ces miasmes sont décomposés par l'affinité de quelques-uns de leurs élémens avec un des principes de l'air? Ne seroit-il pas possible encore que leur funeste énergie fût détruite par la surcomposition avec l'air lui-même, au moyen de laquelle ils seroient rapidement distribués & comme anéantis dans la masse de ce fluide (ainsi que nous l'observons pour le gas acide carbonique) jusqu'à ce qu'ils eussent aussi rencontré les instrumens de leur dernière analyse? Quelque paradoxes que paroissent au premier coup d'œil ces propositions, il est bon de les inscrire au nombre des possibilités dont il importe d'être averti en interrogeant la nature sur une matière aussi obscure & d'un aussi grand intérêt *Voyez* ANALYSE ANIMALE.

En rapprochant les sections de cet article, on sera surpris de voir que la connoissance des affinités de l'air soit bien moins avancée que son analyse, qui sembloit présenter bien plus de difficultés; mais on jugera en même temps que celle-ci devoit précéder pour nous apprendre à distinguer les propriétés du composé des propriétés de ses élémens, peut-être aussi pour faire naître des questions auxquelles on n'auroit point pensé avant la découverte de tant de fluides aériformes si différens. *Voyez* GAS.

AIR ACIDE MARIN, *voyez* GAS ACIDE MURIATIQUE.

AIR ACIDE MARIN DÉPHLOGISTIQUÉ, *voyez* GAS ACIDE MURIATIQUE OXIGÈNÉ.

AIR ACIDE SPATIQUE, *voyez* GAS ACIDE FLUORIQUE.

AIR ACIDE VÉGÉTAL, *voyez* GAS ACIDE ACÉTEUX.

AIR ACIDE VITRIOLIQUE, *voyez* GAS ACIDE SULFUREUX.

AIR ALKALIN, *voyez* GAS AMMONIACAL.

AIR ATHMOSPHÉRIQUE, AIR COMMUN. Ces noms se donnent indifféremment à la masse de fluide élastique qui environne la terre; c'est l'*air* proprement dit, *voyez ce mot.*

AIR DÉPHLOGISTIQUÉ, AIR DU FEU, *voyez* GAS OXIGÈNE.

AIR FIXE, *voyez* GAS ACIDE CARBONIQUE.

AIR HÉPATIQUE, *voyez* GAS HYDROGÈNE SULFUREUX.

AIR INFLAMMABLE, *voyez* GAS HYDROGÈNE.

AIR MÉPHITIQUE. Plusieurs nomment ainsi le gas acide carbonique; mais la dénomination de ce composé se trouvant aujourd'hui fixée par l'expression de son radical connu, il est naturel de conserver l'usage de l'adjectif *méphitique* pour indiquer en général un air malfaisant, sur-tout lorsqu'on n'est pas dans le cas de spécifier la nature & la quantité des différens gas qui peuvent le rendre funeste aux animaux.

Air nitreux, *voyez* gas nitreux.

Air nitreux déphlogistiqué, *voyez* gas acide nitrique.

Air nuisible, } *voyez* gas azote.
Air phlogistiqué, }

Air vital. On nomme ainsi la partie de l'air qui est nécessaire à l'entretien du feu & de la vie des animaux; c'est proprement le gas oxigène. *Voyez cet article.*

Airain. On nomme *airain* ou *bronze* une composition métallique dans laquelle on fait entrer du cuivre, de l'étain, du zinc & quelquefois encore d'autres métaux. Les proportions varient suivant que l'on veut avoir une composition ou plus fusible, ou plus solide, ou plus dure, ou plus sonore, ou moins sujette à la rouille, ou plus susceptible de poli; comme pour faire des statues, des canons, des mortiers, des cloches, des timbres, des ornemens en relief, &c. &c. On trouvera à l'article *alliage* les propriétés de ces diverses compositions métalliques & les procédés pour les obtenir.

Airelle (*pharm.*) : *vaccinium*, Linn. genre de plante à fleurs monopétales, de la famille des bruyères, que l'on trouve dans les bois, les lieux élevés, couverts & montagneux, en France, en Angleterre, en Allemagne, & principalement dans les contrées septentrionales de l'Europe & de l'Amérique. On connoit plusieurs espèces & variétés d'airelle. Toutes ont pour fruit une petite baye molle, globuleuse, divisée en quatre ou cinq loges, qui renferment chacune quelques semences menues. Ces bayes, qui sont la seule partie de cette plante recommandée en Pharmacie, ont une couleur rouge dans quelques espèces, purpurine ou violette plus ou moins foncée dans d'autres; elles mûrissent en automne, & sont d'une saveur acide, mais agréable, qui les fait rechercher par les enfans; dans les pays où ces plantes sont communes, on en confit les bayes avec du sucre, on en prépare une gelée que l'on sert sur les tables; quelques personnes les écrasent pour colorer le vin.

Il y a trois espèces d'airelle plus particulièrement employées en Pharmacie. L'une est l'airelle myrtille *vaccinium myrtillus*, Linn. Quelques Praticiens pensent que ses feuilles pourroient être substituées avec avantage à celles du raisin d'ours. Ces bayes, suivant l'observation de Scheele, paroissent contenir à peu près moitié d'acide malique, & d'acide citrique; elles sont recommandées comme rafraichissantes & astringentes. Schroder dit qu'on en préparoit une eau, un vin & un syrop. Ettmuller ajoute que l'huile préparée par l'infusion ou la décoction de ses bayes empêche la chûte des cheveux, si on en oint la tête. Toutes ces préparations peu efficaces sont entièrement abandonnées aujourd'hui. Cependant les Pharmacologistes modernes inscrivent encore l'airelle myrtylle au nombre des substances officinales; mais il faut bien prendre garde de confondre, comme l'ont fait quelques Ecrivains, l'airelle myrtille, avec les bayes de myrte, qui, dans tous les Auteurs & toutes les pharmacopées, sont désignées sous le nom de Myrtille. *Voyez ce mot.*

Les deux autres espèces d'airelle dont on fait usage en Pharmacie sont l'airelle canneberge, *vaccinium oxicoccus*, Linn. & l'airelle a fruits rouges, *vaccinium vitis idæa*, Linn. Les bayes de ces deux especes d'airelle, suivant l'observation de Scheele, fournissent beaucoup d'acide citrique, & peu ou point d'acide malique. En Suede on s'en sert pour préparer un syrop & un miel qui par son acidité approche beaucoup de l'oximel, & que Bergius dit être agréable aux malades, & très-utile dans les fièvres. Dans les pays chauds on substitue avec efficacité à ces préparations les syrops & les sucs des fruits acides.

Fin du Tome premier.

ADDITIONS ET CORRECTIONS.

TABLE des expressions numériques des affinités de cinq acides & de sept bases.

N. B. Cette Table est la même que celle qui se trouve à la page 558 de ce volume. Ayant été obligé, depuis qu'elle est imprimée, d'en rectifier quelques nombres, j'ai pensé qu'il seroit plus commode de la retrouver ici toute entière. On ne sera pas étonné de ces changemens, si l'on a saisi le principe sur lequel ces rapports sont établis, & sur-tout si l'on fait attention que les nombres placés dans ces 35 cases doivent répondre déjà à 490 symboles ou cas d'affinités. (*Voyez page 609*).

	ACIDE sulfurique	ACIDE nitrique	ACIDE muriatique	ACIDE acéteux	ACIDE carbonique
Baryte	66	62	36	28	14
Potasse	62	58	32	26	9
Soude	58	50	31	25	8
Chaux	54	44	24	19	12
Ammoniaque	46	38	21	20	4
Magnésie	50	40	22	17	6
Alumine	40	36	18	15	2

Page 4, ACACIA NOSTRAS, &c. M. Willemet a fait sur cet article deux observations, dont M. Maret se feroit empressé, s'il eût vécu, de reconnoitre la justesse. 1°. *Mimosa nilotica*, *Linn.* est un arbrisseau qui donne l'acacia du levant; il est absolument différent de notre prunier sauvage épineux, dont le fruit acerbe fournit l'acacia nostras : d'ailleurs, c'est un arbre indigène à nos contrées boréales. 2°. Le faux acacia est le *Robinia pseudo-acacia* de Linné. Cet arbre, naturalisé en France depuis quelque temps, ne fournit point de suc astringent.
Page 71, col. 2, lig. 5, ou son *lisez* ou que son
Page 72, col. 1, lig. 3, il montre *lisez* il monte
lig. 7, butiseuse *lisez* butireuse
lig. 37, acide même, *lisez* acide, même
lig. 47, le reprend *lisez* la reprend
lig. 57 & 60, muisiate *lisez* muriate
Page 149, col 1, effacez les deux accolades supérieure & inférieure de l'emblème qui a pour titre non-décomposition.
Page 222, col. 2, lig. 52, la chaleur, que *lisez* la chaleur, de même que
Page 384, col. 1, les deux accolades horizontales doivent être de simples lignes.
Page 449, dans la note (*annealed*) engraissé *lisez* recuit
Page 539, note 10, soribili *lisez* sorbili
Page 590, col. 1, lig. 35, imparent *lisez* important
Page 607, col. 2, à la droite du second symbole, acète de cuivre *lisez* acète de plomb
Page 610, 3e. lig. du *premier cas*, $a > c$ lisez $a > d$
4e. $b = d$ lisez $b = c$
2e. lig. du *troisième cas*, $> d$ lisez $b > d$
Page 632, lig. 5 de la note, 8 gros *lisez* 8 onces

Page 667, col. 1, fig. 5, en Sicile *lisez* près de Naples
Page 668, note 3, moitrel d'elcinent *lisez* moitrel d'Element
Page 670, col. 2, lig. 45, II *lisez* III
Page 671, col. 2, lig. 39, III *lisez* IV
Page 711, col. 1, lig. 49, 9,17 *lisez* 0,17
lig. 58, XII *lisez* XXII
Page 734, col. 1, lig. 9, 7496,7 *lisez* 74967,4
Page 754, col. 1, lig. 27, 20293 *lisez* 20193

N. B. Par-tout où il y a *voyez* DÉNOMINATION, lisez *voyez le* SECOND AVERTISSEMENT, qui tient lieu de cet article (*page 634*); &, conformément aux principes qui y sont exposés, il faudra corriger comme il suit quelques dénominations de la premiere partie de ce volume.

Au lieu de	*lisez*
acète	acétite
acide arsenical	acide arsenique
benzonique	benzoique
boracin	boracique
citronien	citrique
formicin	formique
galactique	lactique
karabique	succinique
lignique	pyro-ligneux
méphitique	carbonique
nitreux pur	nitrique
acide oxalin	acide oxalique
phosphorique phlogistiqué	phosphoreux
régalin	nitro-muriatique
sébacé	sébacique
sirupeux	pyro-muqueux
tartareux empyreumatique	pyro-tartareux
malusien	malique
vitriolique	sulfurique
vitriolique phlogistiqué	sulfureux
lithiasique	lithique
bombicin	bombique

Fin des Additions & Corrections.

A DIJON, de l'Imprimerie de L. N. FRANTIN, Imprimeur du Roi. 1789.